

**SVEUČILIŠTE U ZAGREBU
FAKULTET PROMETNIH ZNANOSTI**

Mirko Lasić

**PRIJEDLOG REKONSTRUKCIJE LJUBLJANSKE – ZAGREBAČKE –
SLAVONSKE AVENIJE U GRADSKU AUTOCESTU**

DIPLOMSKI RAD

Zagreb, 2017.

Zagreb, 10. ožujka 2017.

Zavod: **Zavod za prometno planiranje**
Predmet: **Prometno tehnološko projektiranje**

DIPLOMSKI ZADATAK br. 3860

Pristupnik: **Mirko Lasić (1311021576)**
Studij: **Promet**
Smjer: **Cestovni promet**

Zadatak: **Prijedlog rekonstrukcije Ljubljanske - Zagrebačke - Slavonske avenije u gradsku autocestu**

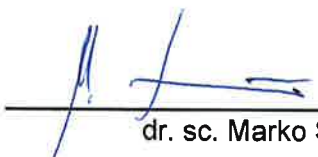
Opis zadatka:

U radu je potrebno provesti analizu postojećeg stanja prometnih tokova te prometne infrastrukture na dionici Ljubljanska - Zagrebačka - Slavonska avenija u Gradu Zagrebu. U skladu s provedenom analizom potrebno je odrediti referentna raskrižja na predmetnoj dionici za koja je potrebno napraviti proračun razine usluge. Temeljem rezultata proračuna razine usluge te analize postojećeg stanja potrebno je kreirati idejno prometno rješenje s ciljem povećanja propusne moći predmetne dionice. Nakon kreiranja idejnog prometnog rješenja potrebno je provesti proračun razine usluge za isto te evaluaciju rezultata razine usluge prije i nakon implementacije idejnog prometnog rješenja s ciljem utvrđivanja indirektnih i direktnih prometnih učinaka predloženog rješenja.

Zadatak uručen pristupniku: 28. travnja 2017.

Mentor:

Predsjednik povjerenstva za
diplomski ispit:


dr. sc. Marko Šoštarić

Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti

DIPLOMSKI RAD

**PRIJEDLOG REKONSTRUKCIJE LJUBLJANSKE – ZAGREBAČKE –
SLAVONSKE AVENIJE U GRADSKU AUTOCESTU**

**PROPOSAL FOR THE RECONSTRUCTION OF LJUBLJANSKA – ZAGREBAČKA
– SLAVONSKA AVENUE IN CITY HIGHWAY**

Mentor: dr. sc. Marko Šoštarić
Student: Mirko Lasić, 1311021576

Zagreb, rujan 2017.

PRIJEDLOG REKONSTRUKCIJE LJUBLJANSKE – ZAGREBAČKE – SLAVONSKE AVENIJE U GRADSKU AUTOCESTU

SAŽETAK

Grad Zagreb je glavni grad Republike Hrvatske, preko kojega se odvija glavna prometna veza istočne, zapadne i sjeverne Hrvatske. Kroz Grad se proteže više longitudinalnih prometnih pravaca, od kojih većina nije dovršena ili ne počinje i ne završava na zagrebačkoj obilaznici. Jedini longitudinalni pravac koji ima prometnu povezanost između dva čvora zagrebačke obilaznice je pravac preko Slavonske, Zagrebačke i Ljubljanske avenije (A2 i A3). U postojećem stanju zbog velikog prometnog opterećenja dolazi do konstantnih zagušenja na dionici Ljubljanske, Zagrebačke i Slavonske avenije. Glavni uzrok zagušenja je nedovoljna propusna moć raskrižja na dionici, koja su referentne točke u cestovnoj prometnoj mreži, te o njima ovisi propusna moć cijele dionice. U radu će se napraviti analiza postojećeg stanja, dati prijedlog idejnog prometnog rješenja rekonstrukcije dionice, te ispitati mogućnost povećanja propusne moći dionice Ljubljanske, Zagrebačke i Slavonske avenije.

KLJUČNE RIJEČI: Ljubljanska, Zagrebačka i Slavenska avenija, zagušenje, propusna moć, idejno prometno rješenje, rekonstrukcija

PROPOSAL FOR THE RECONSTRUCTION OF LJUBLJANSKA – ZAGREBAČKA – SLAVONSKA AVENUE IN CITY HIGHWAY

SUMMARY

Zagreb is capital city of Republic of Croatia, which connects eastern, western and northern parts of Croatia. Through city stretches several longitudinal traffic routes, which are not completed or doesn't start and doesn't end on Zagreb's bypass. Only longitudinal route that connects two nodes of Zagreb's bypass is through Slavonska, Zagrebačka and Ljubljanska Avenue (A2 and A3). In the current state, due to the traffic load, a lot of traffic congestion occurs. Main cause of congestion is the insufficient throughput of the intersections on the route, which are referent points in road network, and throughput of route depends on them. This thesis show an analysis of existing situation, show proposal for traffic reconstruction on the route and examine possibility of increasing the throughput through Ljubljanska, Zagrebačka and Slavonska Avenue.

KEYWORDS: Ljubljanska, Zagrebačka and Slavonska Avenue, congestion, throughput, conceptual traffic solution, reconstruction

SADRŽAJ

1. UVOD	1
2. ODREĐIVANJE UTJECAJNOG PODRUČJA I ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA PROMETNE INFRASTRUKTURE.....	3
2.1 Raskrižja izvedena u jednoj razini	4
2.2 Analiza deniveliranih raskrižja	4
2.2.1 Čvor Škorpikove ulice s Ljubljanskom avenijom	5
2.2.2 Čvor Ljubljanske avenije s pristupom na robni terminal na Jankomiru	5
2.2.3 Čvor Ljubljanske i Zagrebačke avenije s Ulicom Savska Opatovina	6
2.2.4 Čvor Zagrebačke avenije sa Selskom cestom	7
2.2.5 Čvor Zagrebačke i Slavonske avenije sa Savskom cestom.....	8
2.2.6 Čvor Slavonske avenije s Ulicom Hrvatske bratske zajednice	9
2.2.7 Čvor Slavonske avenije i Avenije Marina Držića	10
2.2.8 Čvor Slavonske avenije, Heinzlove i Radničke ceste	11
2.2.9 Čvor slavonske avenije s Ulicom grada Gospića	12
2.2.10 Čvor Slavonske avenije s Ulicom Ljudevita Posavskog.....	13
2.3 Značenje koridora u budućnosti	14
3. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA PROMETNIH TOKOVA PODRUČJA OBUHVATA	16
4. PRORAČUN PROPUSNE MOĆI REFERENTNIH RASKRIŽJA U POSTOJEĆEM STANJU	22
4.1 Proračun propusne moći raskrižja Ljubljanska – Zagrebačke – Svilkovići	22
4.2 Proračun propusne moći raskrižja Slavonska – Marohnićeva – Vrbik	26
4.3 Proračun propusne moći raskrižja Slavonska – Kruge.....	30
5. PRIJEDLOG IDEJNOG PROMETNOG RJEŠENJA S CILJEM POVEĆANJA RAZINE USLUGE	34
6. PRORAČUN PROPUSNE MOĆI REFERENTNIH RASKRIŽJA IDEJNOG PROMETNOG RJEŠENJA	36
6.1 Proračun idejnog prometnog rješenja raskrižja Ljubljanska – Zagrebačka Svikovići	36
6.2 Proračun idejnog prometnog rješenja raskrižja Slavonska – Marohnićeva – Vrbik .	39
6.3 Proračun idejno prometnog rješenja raskrižja Slavonska – Kruge.....	43

7. EVALUACIJA REZULTATA PRIJE I I NAKON IMPLEMENTACIJE IDEJNOG PROMETNOG RJEŠENJA	47
7.1 Usporedba rezultata raskrižja Ljubljanska – Zagrebačka – Svilkovići	52
7.2 Usporedba rezultata raskrižja Slavonska – Marohnićeva – Vrbik	52
7.3 Usporedba rezultata raskrižja Slavonska - Kruge.....	53
8. ZAKLJUČAK.....	54
POPIS LITERATURE	56
POPIS ILUSTRACIJA.....	57
Popis slika	57
Popis tablica	59
Popis grafikona.....	60
POPIS PRILOGA.....	61

1. UVOD

Grad Zagreb je glavni grad Republike Hrvatske. Zbog važnog strateškog položaja Zagreb je kvalitetno prometno povezan s većinom teritorija Hrvatske te se preko njega odvija glavna prometna veza istočne, zapadne i sjeverne Hrvatske. Prometna mreža Grada omeđena je zagrebačkom obilaznicom (poveznica na autoceste: A1, A2, A3 i A4).

Kroz Grad se proteže više longitudinalnih prometnih pravaca, od kojih većina nije dovršena ili ne počinje i ne završava na zagrebačkoj obilaznici. Jedini longitudinalni pravac koji ima prometnu povezanost između dva čvora zagrebačke obilaznice je pravac preko Slavonske, Zagrebačke i Ljubljanske avenije (A2 i A3).

U postojećem stanju zbog velikog prometnog opterećenja i stvaranja konstantnih zagušenja na Ljubljanskoj – Zagrebačkoj – Slavonskoj veliki broj vozila koristi južnu gradsku obilaznicu prilikom putovanja s istočnog kraja grada na zapadni i obratno. Također, određeni broj korisnika putuje kroz gradsko središte (zeleni val) s ciljem izbjegavanja prometnih zastoja na Ljubljanskoj – Zagrebačkoj – Slavonskoj. Takav scenarij dovodi do povećanja emisije štetnih plinova kao i većih vremenskih gubitaka te nepotrebnog opterećenja užeg središta grada što nije u skladu s održivim prometnim planiranjem Europske unije.

Kao glavni uzrok prethodno opisanih problema je nedovoljna propusna moć raskrižja na dionici Ljubljanska – Zagrebačka – Slavonska gdje je zabilježen PGDP¹ od oko 60.000 vozila, ovisno o mjerenoj dionici. Naime, budući da raskrižja predstavljaju referentne točke u cestovnoj prometnoj mreži o njima ovisi i propusna moć cijele mreže. U skladu s navedenim potrebno je ispitati mogućnosti povećanja propusne moći cijele dionice Ljubljanska – Zagrebačka – Slavonska te utjecaj istoga na poboljšanje cjelokupne cestovne mreže Grada Zagreba.

Svrha diplomskog rada je prikazati postojeće stanje longitudinalnog pravca Ljubljanska, Zagrebačka i Slavonska avenija kroz analizu postojeće prometne infrastrukture, analizu brojanja prometa, te analizu propusne moći.

Cilj diplomskog rada je na temelju postojećeg stanja i provedene analize dati prijedlog novog idejnog prometnog rješenja dionice s naglaskom na idejna prometna rješenja rekonstrukcija raskrižja s ciljem povećanja propusne moći kako predmetne dionice tako cjelokupne mreže Grada. Osim toga povećanje propusne moći rezultirat će smanjenjem

¹ Prosječni godišnji dnevni promet -broj vozila koji prođu kroz promatrabni presjek prometnice u jedinici vremena u jednom smjeru za jednosmjerne prometnice ili u oba smjera za dvosmjerne prometnice, [1].

indirektnih troškova u prometu kao što su: vremenski gubitci, smanjenje emisije štetnih plinova i buke te povećanje sigurnosti.

2. ODREĐIVANJE UTJECAJNOG PODRUČJA I ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA PROMETNE INFRASTRUKTURE

Slavonska, Zagrebačka i Ljubljanska avenija prolaze, protežući se u pravcu istok zapad, samim geografskim središtem grada. Ovaj prometni koridor zajedno s ulicom Hrvatske bratske zajednice koja se pruža u smjeru sjever-jug čini svojevrsni zagrebački urbanističko-prometni križ. Središte tog križa je i geoprometno središte grada. Taj križ postavljen je otprilike na sredinu Avenije Dubrovnik, kao središnje gradske ulice Novog Zagreba. Uz izvjesnu asimetriju, na Aveniju Dubrovnik se prema jugozapadu, sa zapadne strane veže Jadranska avenija i vodi prema Karlovcu, Splitu, Rijeci, odnosno preko čvora “Lučko” na obilaznicu Zagreba. Na istočni dio Avenije Dubrovnik nadovezuje se Avenija Savezne Republike Njemačke i Velikogorička, koje povezuju Zagreb s Velikom Goricom i zračnom lukom te Siskom, Petrinjom, Pounjem i dijelom Posavlja, a također povezuje i Novi Zagreb s obilaznicom preko čvora “Buzin”.

Po cijeloj duljini Slavonske, Ljubljanske i Zagrebačke avenije, sa sjeverne i južne strane, smješten je grad Zagreb. Njegova duljina od istoka do zapada gotovo je jednaka duljini Slavonske, Zagrebačke i Ljubljanske avenije. Nažalost, takav gotovo idealan položaj Ljubljanske, Zagrebačke i Slavonske avenije nije do sada na pravi način valoriziran i iskorišten za unutarnje prometno povezivanje grada Zagreba. Naime, u prošlom vremenu urbanističko prometna koncepcija razvitka Hrvatske ostvarivala se na način da su i nesvjesno poticali razvitak velikih gradova na račun prometnog i urbanog razvitka cjeline. Dijelom zbog toga možemo “zahvaliti” da danas Slavonska, Zagrebačka i Ljubljanska avenija imaju više vozila (preko 60.000 vozila/dan) od objektivnog prometnog kapaciteta, zbog čega se javljaju preopterećenja u vršnim satima i dugotrajni zastoji. Isto tako, nedovoljno je iskorišten i potencijal obilaznice, što je posljedica nedovoljnog broja čvorova, a što dovodi do povećanja prometa na Ljubljanskoj, Zagrebačkoj i Slavonskoj aveniji.

Uz činjenicu da Zagreb ima više od 20% ukupnog stanovništva Hrvatske i više od 30% osobnih vozila i društvenog proizvoda, onda jako brine spoznaja da je Zagreb prometnim zagušenjima postao manje udobnim za život i manje konkurentnim u svjetskoj tržišnoj utakmici gospodarskog i kulturnog stvaranja. U nastavku će se dati analiza raskrižja na cijeloj dionici Ljubljanske, Zagrebačke i Slavonske avenije te značaj same dionice za Grad, [2].

Raskrižja na Ljubljanskoj, Zagrebačkoj i Slavonskoj aveniji izvedena su kao raskrižja u:

- jednoj razini;
- dvije razine;
- tri razine.

2.1 Raskrižja izvedena u jednoj razini

Pored čvorova s obilaznicom i još deset deniveliranih čvorova svi ostali čvorovi, odnosno raskrižja su izvedena u jednoj razini. Raskrižja u jednoj razini regulirana su sustavom svjetlosne prometne signalizacije – semaforom. Regulacija je izvedena u tri ili četiri upravljačka koraka (faze). Uz duge cikluse od oko 120 sekundi takav pristup regulaciji prometa dovodi do:

- dugog vremena čekanja vozila, odnosno smanjene prosječne brzine vožnje;
- smanjene propusne moći raskrižja (izgubljeno zeleno vrijeme u pojedinim fazama);
- povećanih transportnih troškova (vrijeme putovanja, broj zaustavljanja, potrošnja goriva);
- smanjene sigurnosti prometa;
- povećanog nepovoljnog utjecaja na okolinu, [2].

2.2 Analiza deniveliranih raskrižja

Izuzev deniveliranog čvora Slavonske avenije s ulicom Hrvatske bratske zajednice i čvorova Slavonske i Ljubljanske avenije s obilaznicom Zagreba, ni jedan od čvorova nije prometno optimalno koncipiran.

Svi postojeći denivelirani čvorovi, izuzev čvora Škorpikova - Jankomir (kod Metroa), čvora Savska Opatovina (kod *City Centre One*) i čvora Držićeva, u drugoj razini imaju semaforizirana raskrižja s odvijanjem prometa u tri ili četiri faze. S tog aspekta gledano, ovakva rješenja su rijetkost u svjetskoj prometno - urbanističkoj praksi. Tako je i nakon denivelacije Ljubljanske i Slavonske avenije sa Savskom cestom i dalje ostao četverofazni sustav regulacije prometa koji, iako prometno ovisan, dovodi do prometnih zastoja i samim time onemogućava uspostavu koordinacije prolaska vozila s ostalim semaforiziranim raskrižjima na Savskoj.

Kako bi se bolje razumjeli problemi do sada izgrađenih deniveliranih čvorova na Slavonskoj, Zagrebačkoj i Ljubljanskoj aveniji u narednom tekstu daje se kratka analiza svakog čvora posebno, [2].

2.2.1 Čvor Škorpikove ulice s Ljubljanskom avenijom

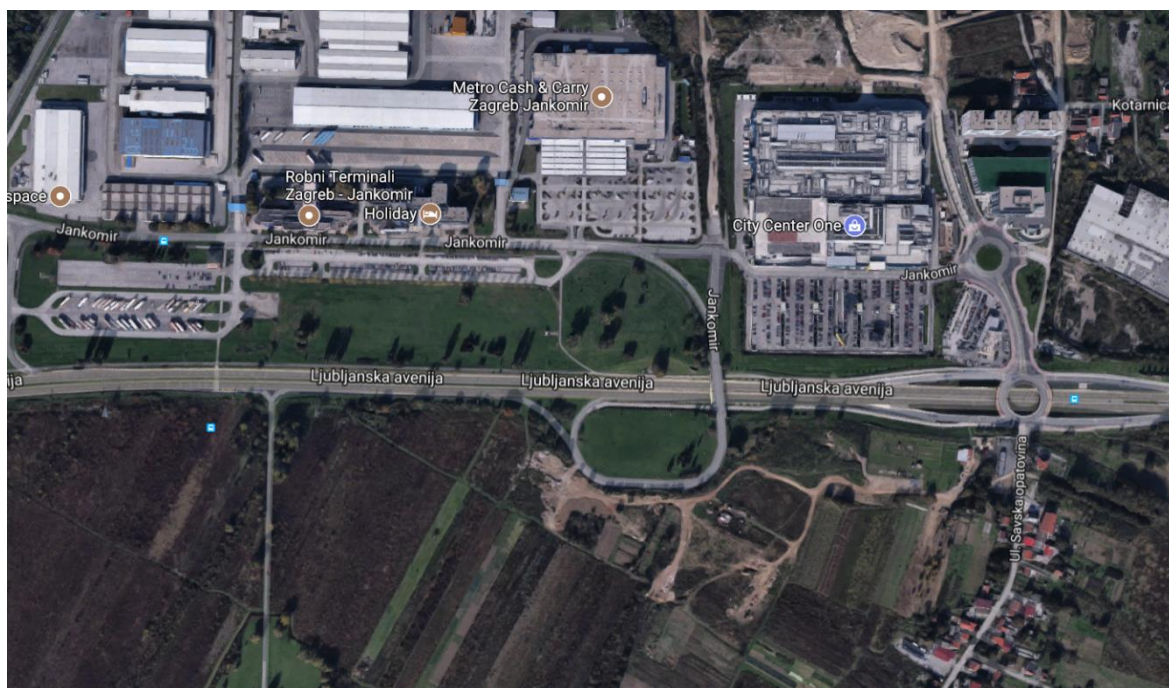
Čvor Škorpikove ulice s Ljubljanskom avenijom, prikazan na slici 2.1., izveden je kao izvangradski čvor. Nedostatak mu je u tome što će razvitak grada nužno tražiti preko tog čvora vezu s prostorom južno od Ljubljanske avenije, budući da je to područje, prema Generalnom urbanističkom planu grada Zagreba, (u nastavku teksta: GUP) područje s gospodarskom namjenom, [2].



Slika 2.1. Čvor Ljubljanske avenije i Škorpikove ulice
Izvor: [3]

2.2.2 Čvor Ljubljanske avenije s pristupom na robni terminal na Jankomiru

Kao i čvor sa Škorpikovom ulicom, čvor Ljubljanske avenije s pristupom na robni terminal Jankomir prikazan na slici 2.2., izveden je kao izvangradski čvor. Nedostatak mu je u tome što će razvitak grada nužno tražiti preko tog čvora vezu s prostorom južno te sjeverno od Ljubljanske avenije. Prema GUP-u u zoni toga čvorišta planirana je izgradnja glavne gradske ulice smjera sjever – jug, [2].



Slika 2.2. Čvor Ljubljanske avenije s pristupom na robni terminal Jankomir
Izvor: [3]

2.2.3 Čvor Ljubljanske i Zagrebačke avenije s Ulicom Savska Opatovina

Za ovaj čvor, prikazan na slici 2.3., izabran je primjeren tip raskrižja – denivelirano kružno raskrižje. Međutim, problematika ovog raskrižja izražena je kroz konstrukcijske elemente raskrižja. Kružno raskrižje na razini 0 izvedeno je s pristupnim rampama koje se tangencijalno spajaju s kružnim dijelom raskrižja što izrazito negativno utječe na sigurnost odvijanja prometa.

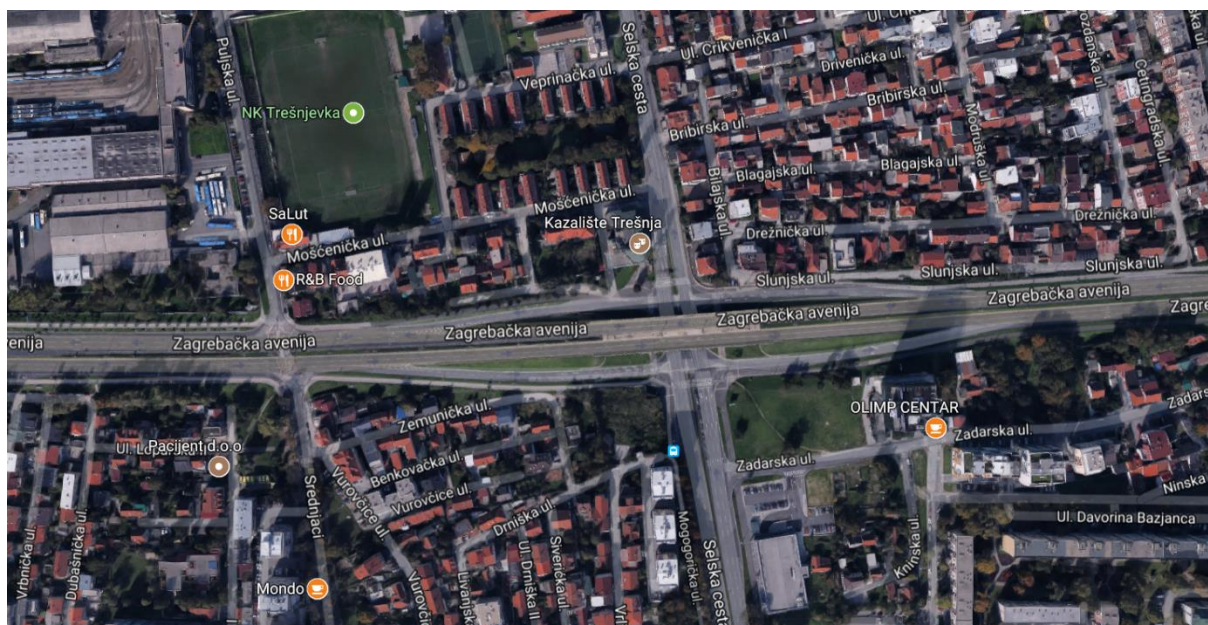
Sljedeći veliki nedostatak tog raskrižja je nepostojanje traka za ubrzanje na izlazu iz raskrižja na Ljubljansku aveniju u smjeru zapada, što također vrlo nepovoljno utječe na sigurnost odvijanja prometa na raskrižju. Poseban problem je i postojanje semaforiziranog raskrižja odmah po izlasku iz podvožnjaka prema istoku gdje zbog kolone zaustavljenih vozila te oštrog vertikalnog loma nivelete često dolazi do prekasnog opažanja zaustavljenih vozila i naglih kočenja što ima za posljedicu smanjenu sigurnost odvijanja prometa, [2].



Slika 2.3. Čvor Ljubljanske i Zagrebačke avenije s Ulicom Savska Opatovina
Izvor: [3]

2.2.4 Čvor Zagrebačke avenije sa Selskom cestom

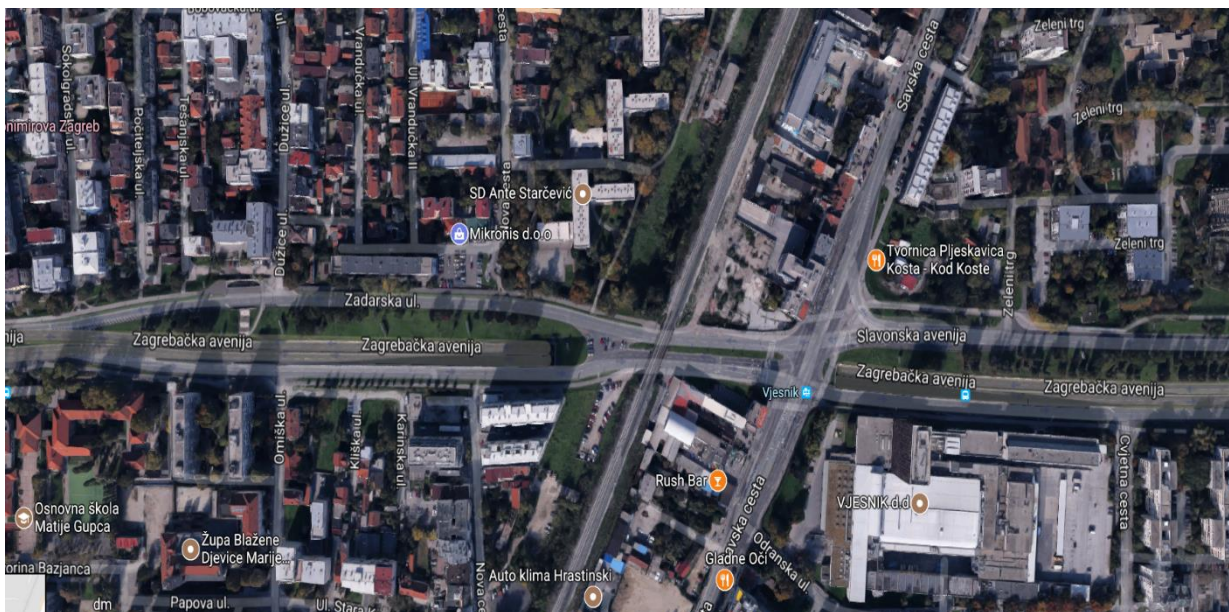
Čvor Zagrebačke avenije sa Selskom cestom, prikazan na slici 2.4., izveden je djelomičnim spuštanjem nivelete (konkavni zavoj) Selske ceste i podizanjem nivelete (konveksni zavoj) Zagrebačke avenije u nadvožnjaku. Temeljni nedostatak tog raskrižja je njegova gradska razina na Selskoj. Ne postoji mogućnost odvijanja prometa sa silaznih krakova u pravcu (gradski autobusi). Osim toga, zbog loše prometno oblikovanog raskrižja na Selskoj, promet semaforima reguliran je u tri faze te izlazni krakovi kapacitetom ne zadovoljavaju prometnu potražnju u vršnom opterećenju i predstavljaju usko grlo, [2].



Slika 2.4. Čvor Zagrebačke avenije sa Selskom cestom
Izvor: [3]

2.2.5 Čvor Zagrebačke i Slavonske avenije sa Savskom cestom

Na čvoru Zagrebačke i Slavonske avenije sa Savskom cestom prikazanom na slici 2.5., Zagrebačka avenija denivelirana je podvožnjakom koji se nastavlja na Slavonsku aveniju. U razini 0 izvedeno je semaforizirano raskrižje. S aspekta budućeg razvoja prometnog sustava grada veliki je nedostatak što podvožnjak ispod Savske nije izveden kao dva tunela svaki s po tri prometna traka za računsku brzinu 80-100 km/h i širinom prometnih traka od 3,5 m.



Slika 2.5. Čvor Zagrebačke i Slavonske avenije sa Savskom cestom
Izvor: [3]

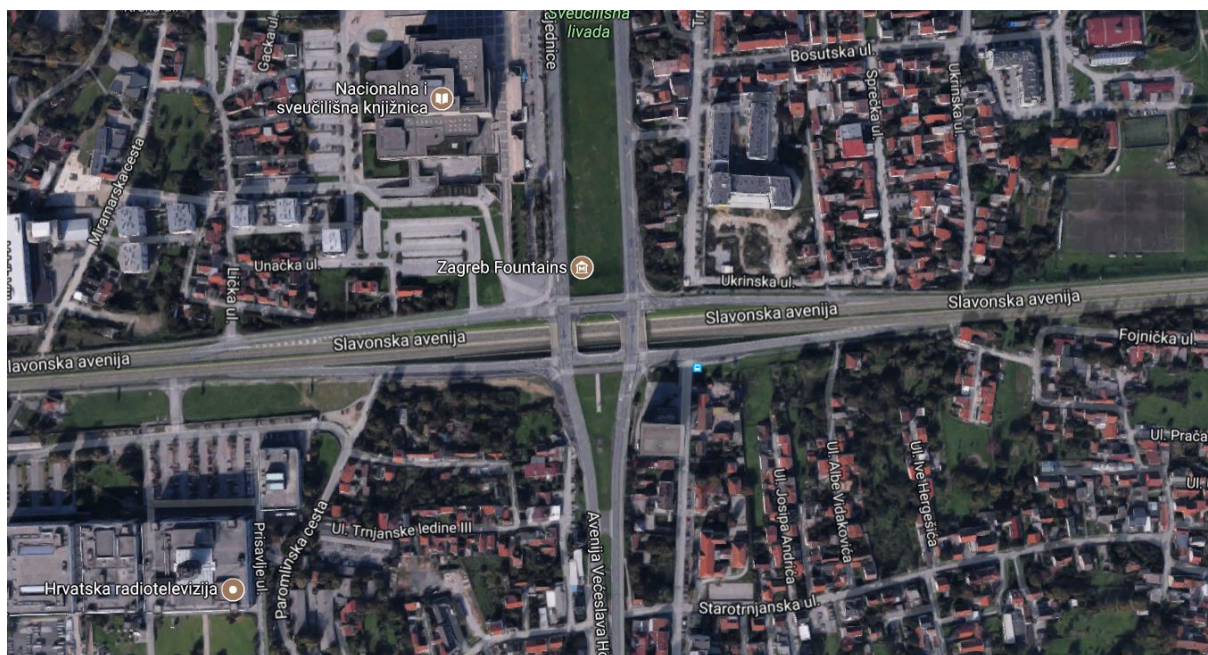
Osim ovih primjedbi gornja gradska razina sa Savskom je neadekvatno prometno oblikovana. Tako se promet na toj razini odvija u četiri faze što bitno smanjuje propusnu moć raskrižja i ograničava mogućnosti koordinacije signalnih planova sa susjednim raskrižjima.

Osim toga, nije predviđeno, na gornjoj razini, izvesti trakove za polukružna okretanja koji bi pojednostavili vezu susjednih objekata povezanih na prometnu mrežu, preko spojnih krakova na Slavonsku, odnosno Zagrebačku aveniju, [2].

2.2.6 Čvor Slavonske avenije s Ulicom Hrvatske bratske zajednice

Čvor Slavonske avenije s Ulicom Hrvatske bratske zajednice, prikazan na slici 2.6., koncepcijski je dobro riješen. Nedostatak se očituje u tome što je kvazikružno križanje na gradskoj razini poddimenzionirano čime se ograničava mogućnost regulacije prometa.

Također je nedostatak što čvor nije tako koncipiran da se denivelirani krak Slavonske avenije može proširiti na tri prometna traka u svakom smjeru. [2]

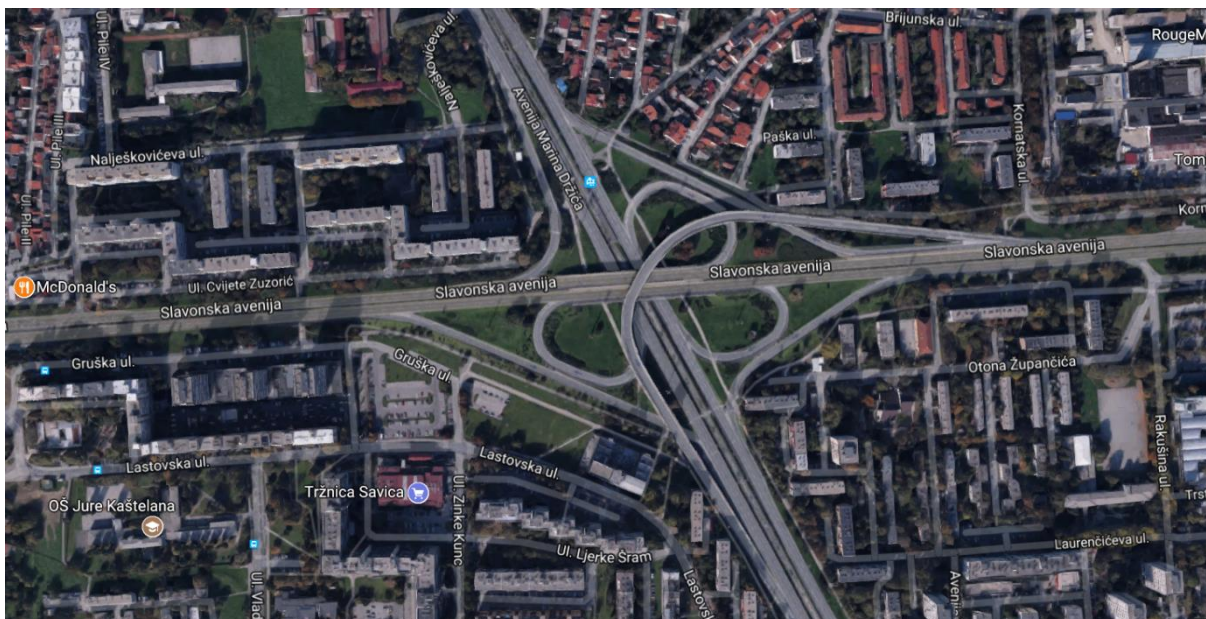


Slika 2.6. Čvor Slavonske avenije s Ulicom Hrvatske bratske zajednice
Izvor: [3]

2.2.7 Čvor Slavonske avenije i Avenije Marina Držića

Ovo je jedino čvorište u tri razine i prikazano je na slici 2.7. Taj tip čvora neprimjeren je za uvjete prometa koji vladaju na promatranom čvorištu te je s prometnog, urbanističko – arhitektonskog i ekološkog stajališta neprimjeren za gradske uvjete. Taj čvor, prema provedenim istraživanjima, predstavlja jedinstveni primjer deniveliranog raskrižja u tri razine, s kojeg ili prema kojem, na udaljenosti manjoj od 500 do 1.000 m, odlazi ili dolazi promet preko semaforiziranih raskrižja. Odvijanje i sigurnost prometa bitno su narušeni ovim rješenjem.

U okviru dugoročnijeg planiranja razvitka prometa u gradu nužno bilo bi izvršiti temeljito prometno i urbanističko redizajniranje tog čvora, ali i susjednih raskrižja, uz obvezno uklanjanje tzv. treće razine čvora, [2].



Slika 2.7. Čvor Slavonske avenije i Avenije Marina Držića
Izvor: [3]

2.2.8 Čvor Slavonske avenije, Heinzlove i Radničke ceste

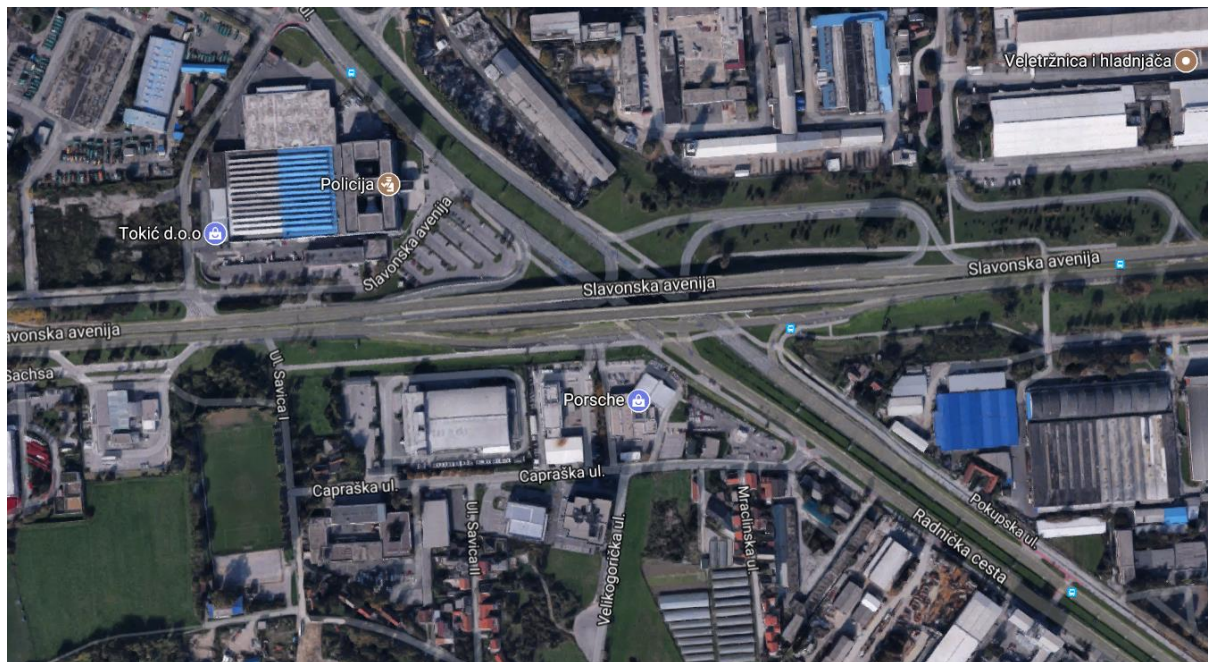
Čvor Slavonske avenije, Heinzlove i Radničke ceste, prikazan na slici 2.8., najspecifičnije je raskrižje na Slavonskoj, Zagrebačkoj i Ljubljanskoj aveniji. To raskrižje ne pripada ni jednom tipu standardnih deniveliranih raskrižja već je prilagođeno specifičnim uvjetima okolnog prostora.

Na raskrižju je prisutan niz prometnih problema. Osnovni problem je vođenje tokova skretača ulijevo sa Slavonske avenije preko rampi smještenih na lijevoj strani kolnika. Takva koncepcija zahtijeva trakove za usporenje na lijevoj strani kolnika što nije specifično za hrvatske uvjete te negativno utječe na sigurnost odvijanja prometa.

Sljedeći izražen problem je vrlo kratka zona preplitanja za prometne tokove koji se kreću sa servisne ceste (pored zgrade Coca-Cole i benzinske postaje OMV) prema Heinzlovoj ulici u smjeru sjevera, pri čemu je dopuštena brzina kretanja vozila na ovom dijelu avenije 70 km/h.

Poseban problem na tom raskrižju predstavlja i sustav semaforizacije na donjoj razini raskrižja koji zbog specifičnog oblika zahtijeva složenu logiku rada i duga vremena zaštite što negativno utječe na propusnu moć raskrižja. Za očekivati je u budućnosti povećanje prometa na Heinzlovoj i Radničkoj cesti, budući da će čvor Kosnica na obilaznici dobiti na većem prometnom značaju pri dovršetku izgradnje spojne ceste na prometnu mrežu grada Velike

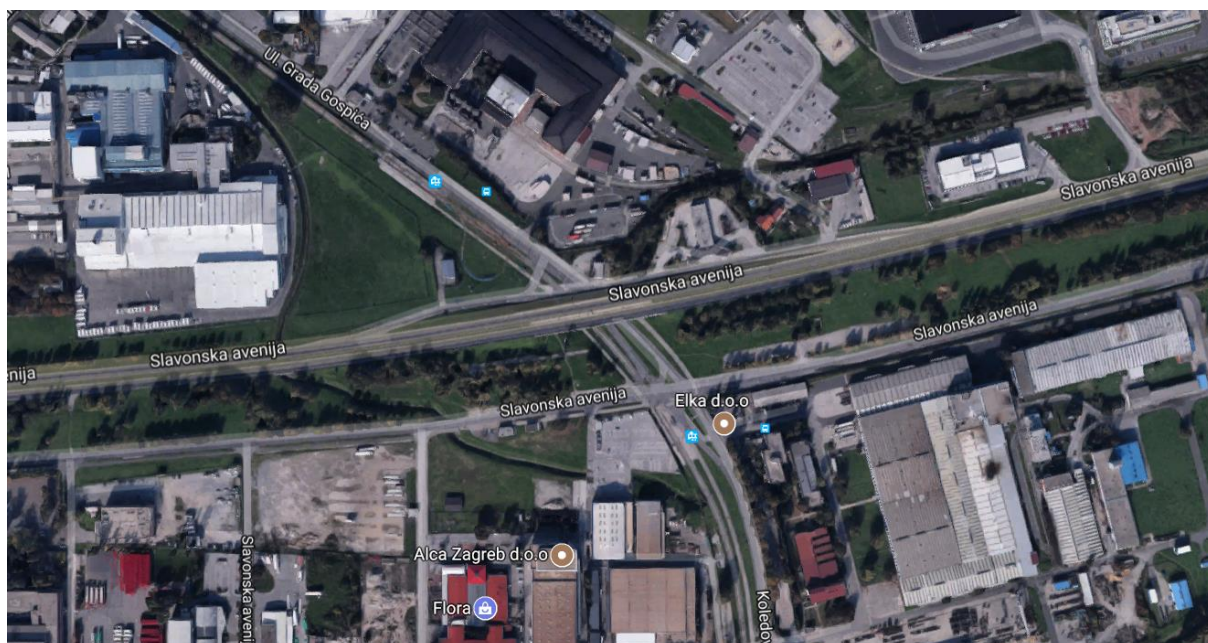
Gorice. U tim okolnostima problem propusne moći semaforiziranog raskrižja biti će dodatno izražen, [2].



Slika 2.8. Čvor Slavonske avenije, Heinzlove i Radničke ceste
Izvor: [3]

2.2.9 Čvor slavonske avenije s Ulicom grada Gospića

Donja gradska razina tog čvora također nije prikladno riješena. Na toj razini sa zapadne strane Ulice grada Gospića smještena je tramvajska pruga. Na oba semaforizirana raskrižja promet se odvija u tri faze što dodatno produžava vrijeme čekanja i povećava transportne troškove. Najintenzivniji prometni tokovi u daljnjoj razini također nisu kapacitirani dovoljnim brojem traka te ovo raskrižje predstavlja usko grlo za prometni tok iz Ulice grada Gospića prema istoku. Čvor je prikazan na slici 2.9. [2]

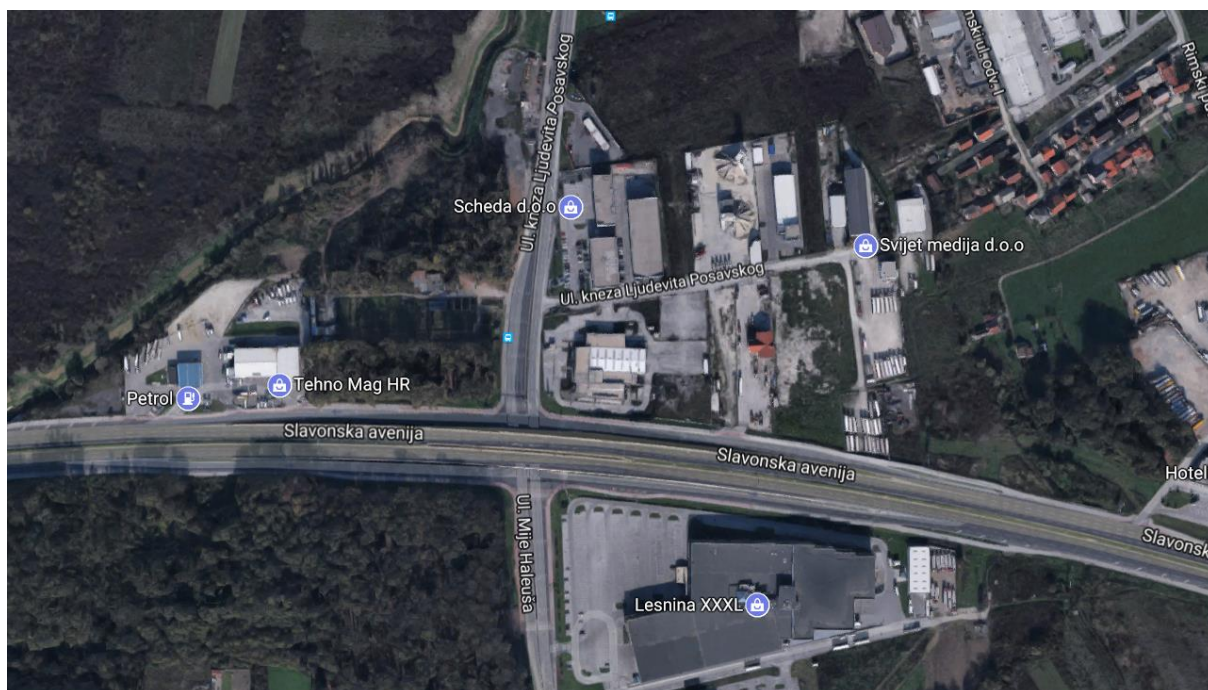


Slika 2.9. Čvor slavonske avenije s Ulicom grada Gospića
Izvor: [3]

2.2.10 Čvor Slavonske avenije s Ulicom Ljudevita Posavskog

Raskrižje Slavonske avenije s Ulicom Ljudevita Posavskog u Sesvetama, prikazano je na slici 2.10., izvedeno je kao denivelirano raskrižje tipa „dijamant“. Ovakvo rješenje nije optimalno s aspekta propusne moći zbog izrazito jakog prometnog toka sa Slavonske avenije iz smjera zapada na Ulicu Ljudevita Posavskog u smjeru sjevera.

Raskrižje relativno dobro funkcionira u postojećim okolnostima, odnosno s postojećim prometnim zahtjevima. Međutim, uslijed povećanja intenziteta prometnih tokova uslijed kreiranja novih sadržaja na prostoru južno od raskrižja te u slučaju izgradnje neposrednog spoja ovog raskrižja s obilaznicom Zagreba može doći do manjka kapaciteta te značajnog smanjenja razine usluge na raskrižju. Prikladnije rješenje za ovu lokaciju bilo bi „kvazikružno“ raskrižje, odnosno modificirano raskrižje tipa „dijamant“.



Slika 2.10. Čvor Slavonske avenije s Ulicom Ljudevita Posavskog
Izvor: [3]

Zaključno se na kraju analize prometnih čvorova u jednoj ili dvije, odnosno tri razine može utvrditi nekonzistentnost i postojanje različite prometno - urbanističke filozofije pri osmišljavanju prometno - urbanističkih karakteristika odabranih čvorova; [2].

2.3 Značenje koridora u budućnosti

Kako danas, tako i u neposrednoj i daljoj budućnosti, gradski je prometni cestovni koridor Slavonske, Zagrebačke i Ljubljanske avenije nezamjenjiv. S obzirom na izgrađenost prostora i položaj ostalih prometnih koridora gotovo da i nema prometnih rješenja za Zagreb koja ne bi uključivala taj koridor kao najznačajniji. Nebrigom i slabim planiranjem taj je prometni koridor parcijalnim kratkoročnim rješenjima prometnom pogledu vrlo degradiran.

U neposrednoj, predstojećoj budućnosti, uloga tog koridora je u prvome redu u korištenju postojećeg stanja boljom regulacijom i organizacijom prometnih tokova te uklanjanju uskih grla i opasnih mjesta.

Prometni cestovni koridor Slavonske, Zagrebačke i Ljubljanske avenije bit će još značajniji i za unutarnje povezivanje Zagreba i za vezu Zagreba na glavnu cestovnu mrežu Republike Hrvatske, odnosno ovog dijela Europe. Zato je nužno biti veoma oprezan u daljem urbaniziranju prostora uz ovaj koridor, osobito uz najvažnija križanja.

Kako bi to bilo moguće ostvariti potrebno je prići izradi prostornog plana Zagreba i njegove regije s dobro razrađenim prometnim planom. U okviru takvih planova za temeljnu prometnu infrastrukturu nužno je izraditi i detaljne provedbene planove, pa sve do idejnih prometnih rješenja temeljne cestovne mreže, [2].

3. ANALIZA POSTOJEĆEG STANJA PROMETNIH TOKOVA PODRUČJA OBUHVATA

Brojanje prometa predstavlja jedan od glavnih ulaznih podataka pri prometnom planiranju i projektiranju. Podaci dobiveni brojanjem prometa predstavljaju stvarnu trenutačnu sliku dinamike prometnih tokova. Ti podaci se mogu sastojati od informacija kao što su:

- prometna opterećenja na cestovnim prometnicama;
- struktura prometnog toka;
- brzina kretanja vozila u prometnom toku;
- vrzmak između vozila;
- vršna opterećenja u određenim vremenskim rasponima.

Iz takvih podataka dobiva se točna slika o prometnim zahtjevima unutar neke zone obrade. Na temelju toga mogu se odrediti budući prometni pravci, rekonstrukcija postojeće prometne infrastrukture i napraviti reorganizacija prometnih tokova. Pri korištenju podataka dobivenih iz brojanja prometa uputno je koristiti podatke iz prethodnih brojanja prometa, ako postoje. Tako je vidljiv razvoj neke sredine, s prometnog stajališta, u razdoblju nekoliko godina, desetljeće ili dulje.

Prvi parametar koji je potrebno odrediti za potrebe brojanja prometa je određivanje zone obuhvata brojanja. Nakon toga se metodom sondiranja utvrđuju lokacije na kojima će se, zbog njihovog značaja, provoditi brojanje te kasnije analizirati cijeli sustav unutar zadane zone. Podatci za prometne tokove koji nisu direktno sondirani dobivaju se metodama aproksimacije i interpolacije.

S obzirom na razlog analiziranja postojeće situacije (kontrolno brojanje, projektiranje novih prometnica, rekonstrukcija postojećih, određivanje signalnog plana za potrebe semaforiziranog raskrižja) potrebno je odrediti vremenske periode unutar kojih će se brojanje provoditi. Brojanja se mogu provoditi tijekom jednog ili više dana, kontinuirano ili prekidno. Isto tako, potrebno je odrediti vremenske intervale unutar jednog dana, tj. broji li se samo nekoliko specifičnih sati u danu ili kontinuirano svi sati.

S obzirom na gore navedene parametre odabire se način brojanja prometa. Postojeća podjela načina brojanja prometa je:

- ručno;
- automatsko;
- kamerom;

- naplatno;
- satelitsko;
- brojanje vozila prevezenih trajektima;
- brojanje na parkirališnim površinama, [4].

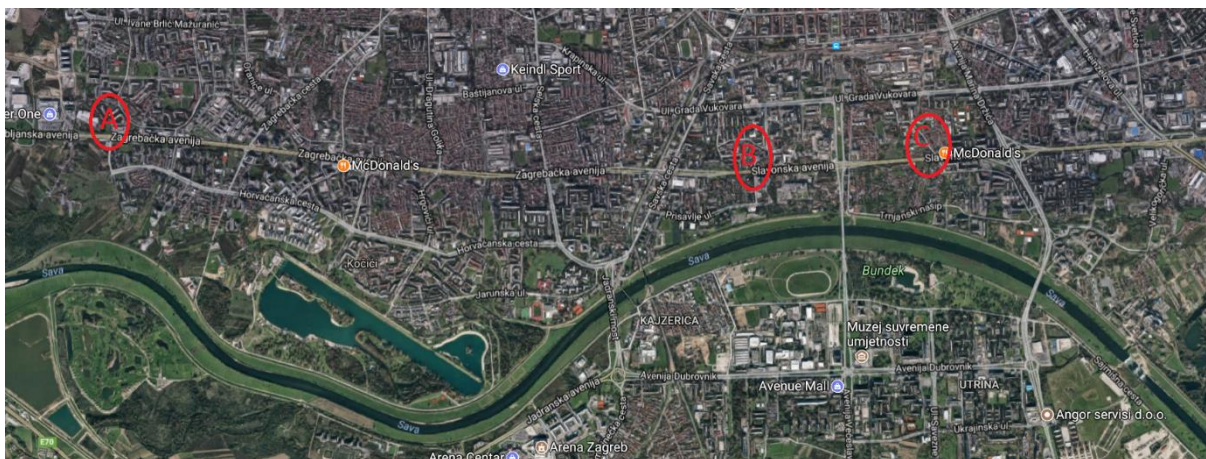
Budući da je Zagreb pretežno položen u smjeru istok-zapad, a Ljubljanska, Zagrebačka i Slavenska avenija prolaze njegovim središnjim dijelom u smjeru istok-zapad, odabirom tri presječne točke moguće je dobiti osnovnu sliku prometnog opterećenja. Kako na razini grada Zagreba nije postavljen konzistentan sustav automatskog brojenja prometa, za potrebe ove analize provedeno je sondiranje prometa bazirano na odabiru karakterističnih presjeka.

Kada bi se sustavno prikupljale informacije o prometnim tokovima slika prometnog opterećenja bila bi preciznija. Međutim, takvo istraživanje tražilo bi mnogo više sredstava i vremena i njega bi bilo nužno provesti kroz izradu cjelovitog prometnog plana grada Zagreba. [2]

Za presječne točke na kojima je izvršena analiza odabrana su raskrižja:

- Zagrebačka avenija – Svilkovići (A);
- Slavenska avenija – Marohnićeva – Vrbik (B);
- Slavenska avenija – Kruge (C).

Na slici 3.1. prikazane su lokacija na kojima je vršeno brojanje prometa. Na lokaciji A obavljeno je brojanje prometa u okviru izrade ovog rada dana 10. ožujka 2016. godine dok je na lokaciji B i C vršeno brojanje prometa od strane Fakulteta prometnih znanosti dana 17. ožujka 2011. godine.



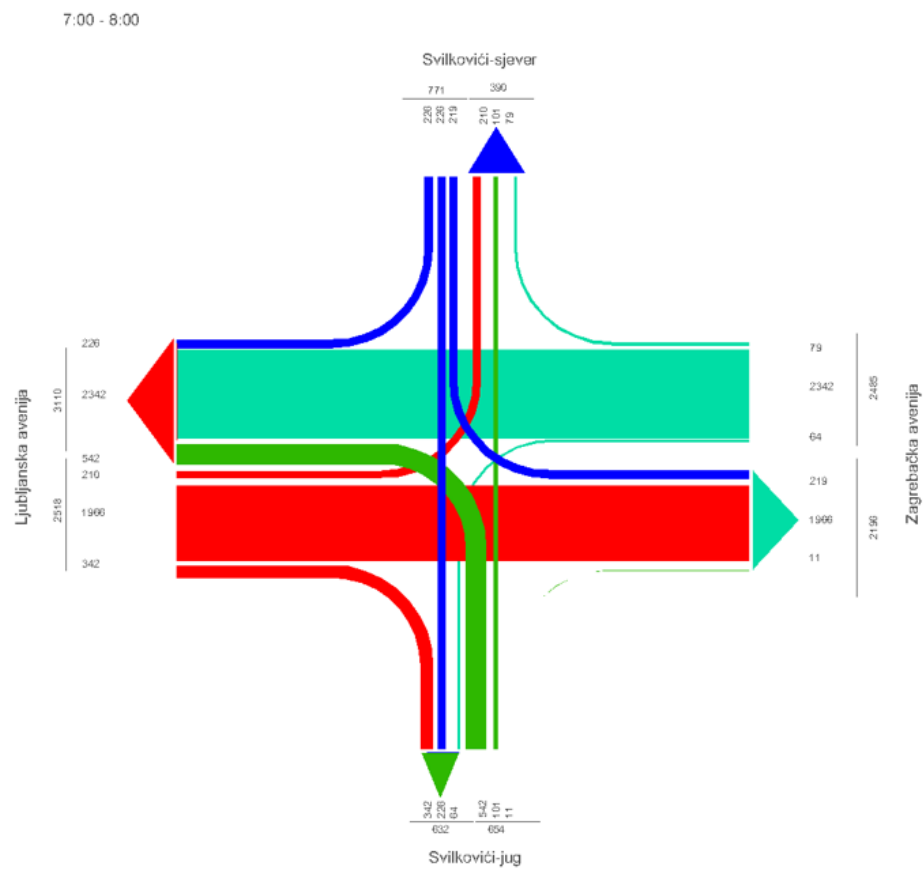
Slika 3.1. Grafički prikaz lokacija brojanja prometa
Izvor: [3]

Utvrđeni prosječni dnevni godišnji promet (PGDP) na promatranoj dionici dobiven je množenjem ukupnog broja vozila u vršnom satu s 14, a prikazan je u tablici 3.1.

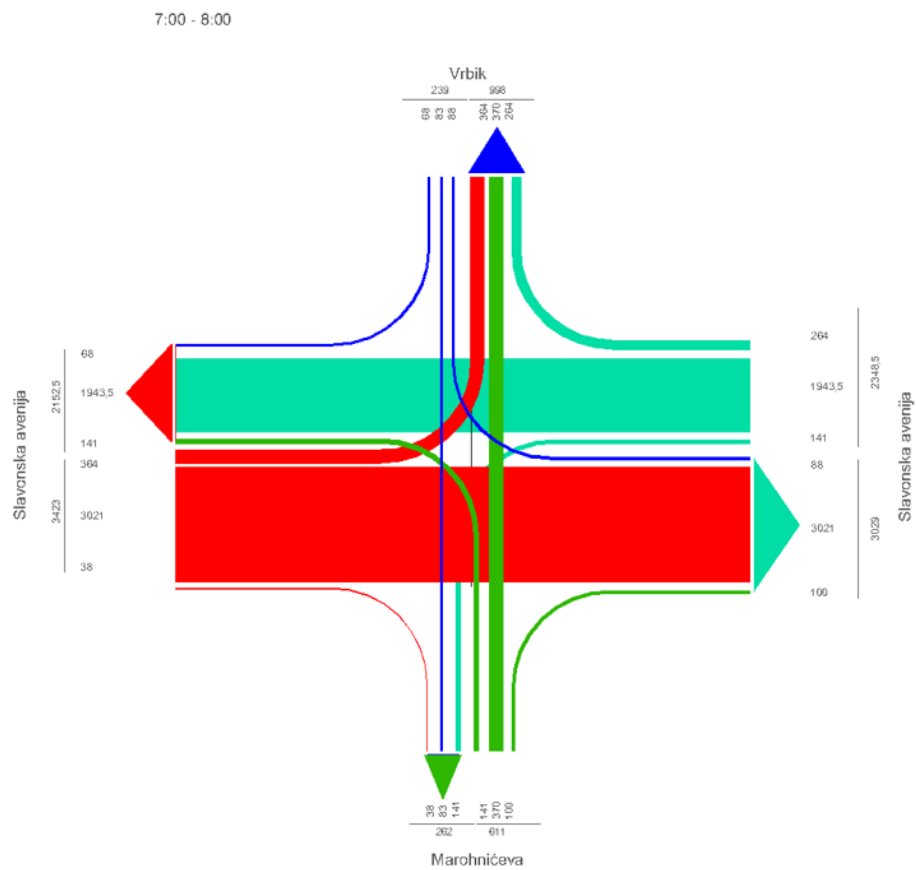
Tablica 3.1. Utvrđeni PGDP na analiziranim raskrižjima na dionici Ljubljanske, Zagrebačke i Slavonske avenije

Lokacija	PGDP na Ljubljanskoj - Zagrebačkoj – Slavonskoj aveniji
Svilkovići	70,042
Marohnićeva	80.808
Kruge	72,352

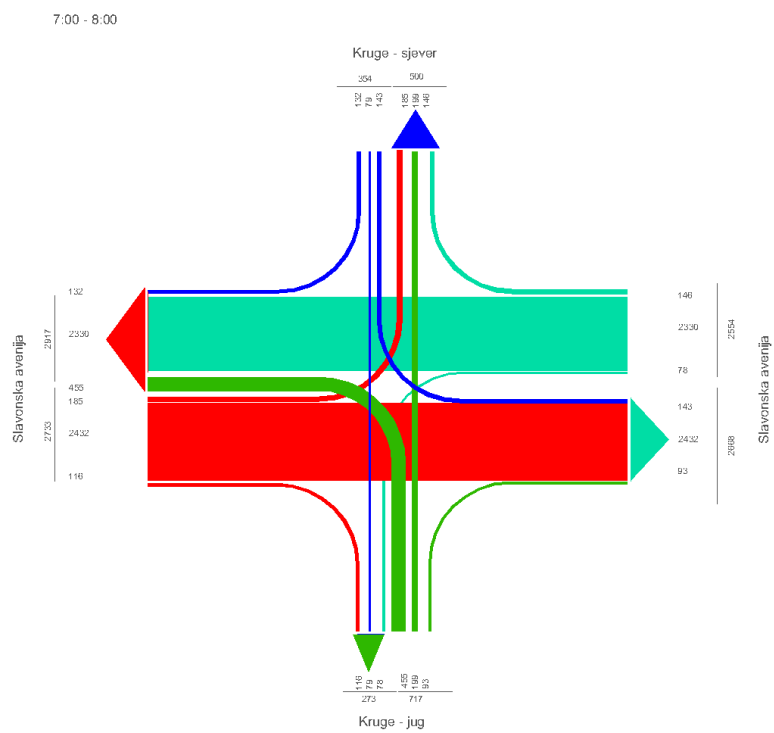
Grafički prikaz prometnih tokova analiziranih raskrižja nalazi se na slikama od 3.2 do 3.4.



Slika 3.2. Grafički prikaz prometnog opterećenja na raskrižju Ljubljanska - Zagrebačka - Svilkovići



Slika 3.3. Grafički prikaz prometnog opterećenja na raskrižju Zagrebačka - Marohničeva - Vrbik



Slika 3.4. Grafički prikaz prometnog opterećenja na raskrižju Slavonska – Kruga

Analizom je potvrđena teza o odnosu intenziteta prometnog toka i udaljenosti od središta grada, odnosno potvrđeno je da su prometni tokovi na Slavonskoj, Zagrebačkoj i Ljubljanskoj aveniji najintenzivniji na dionici u blizini središta grada te da im intenzitet slabi s povećanjem udaljenosti od središta prema istoku i zapadu. Iz ovog podatka može se ipak iščitati nesrazmjernost u prometnom opterećenju na središnjem dijelu u odnosu na obode. Naime, pravilo je da su prometni tokovi u središtu grada primjetno intenzivniji od onih na obodu. Relativno malu razliku u prometnom opterećenju u ovom slučaju možemo pripisati ograničenoj propusnoj moći Slavonske avenije na križanjima na Krugama i Vrbiku što uzrokuje disperziju prometa na paralelne komunikacije, [2].

4. PRORAČUN PROPUSNE MOĆI REFERENTNIH RASKRIŽJA U POSTOJEĆEM STANJU

Analiza postojećeg stanja prometne infrastrukture provedena je brojanjem prometa prikazanom u prethodnom poglavlju. Na osnovu brojanja prometa napravljen je proračun propusne moći raskrižja u postojećem stanju. Za proračun propusne moći korišteno je programsko sučelje SIDRA Intersection.

SIDRA Intersection je programsko sučelje koje služi kao pomoć pri projektiranju i procijeni pojedinih raskrižja i mreža raskrižja. Može se koristiti za analizu raskrižja upravljanih prometnim svjetlima, raskrižja upravljanih prometnim znakovima, pješačkih prijelaza, raskrižja s kružnim tokom prometa i raskrižja u više razina. Također se može koristiti za neprekinute uvjete protoka prometa i analizu spajanja. Proračuni u Sidra Intersectionu temelje se na priručniku *Highway Capacity Manuala*. [5].

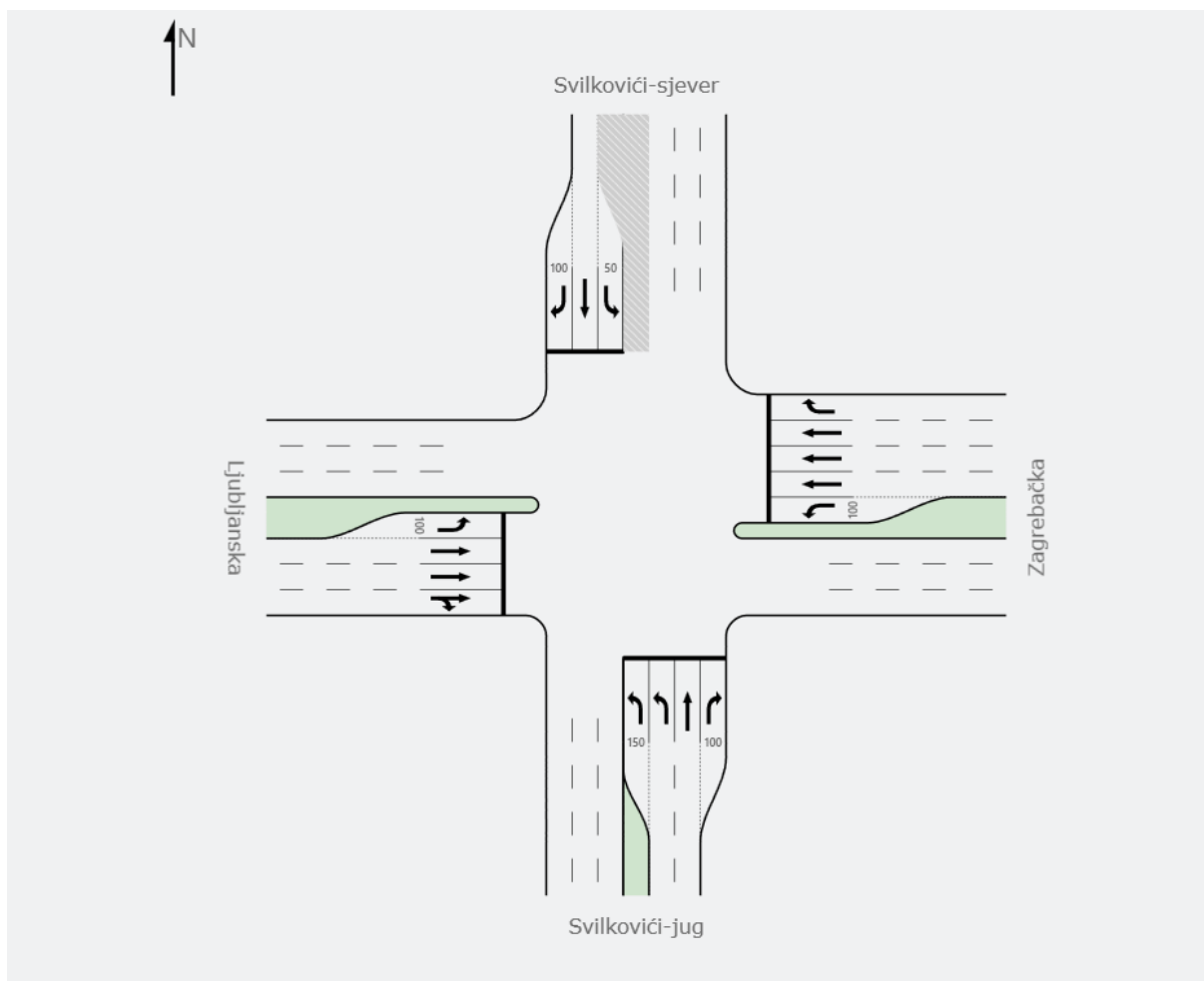
4.1 Proračun propusne moći raskrižja Ljubljanska – Zagrebačke – Svilkovići

Korištenjem Sidra Intersection programskog alata napravljen je proračun postojećeg stanja raskrižja Ljubljanska – Zagrebačka – Svilkovići. Podatci dobiveni brojanjem prometa uneseni su u programski alat te je dobiven model s visokim stupnjem sličnosti s postojećim stanjem.

Proračun je rađen za juranji vršni sat (7:00 – 8:00), a za potrebe proračuna bilo je potrebno unijeti ulazne podatke kao što su:

- oblik i geometrija raskrižja;
- broj vozila po privozima;
- broj faza;
- vrijeme trajanja pojedinih faza na raskrižju i sl.

Na slici 4.1. prikazana je geometrija promatranog raskrižja.



Slika 4.1. Geometrija raskrižja Ljubljanska - Zagrebačka - Svilkovići u programu SIDRA

Broj vozila po privozima dobiven je brojanjem prometa a za jutarnji vršni sat (7:00-8:00) iznosi:

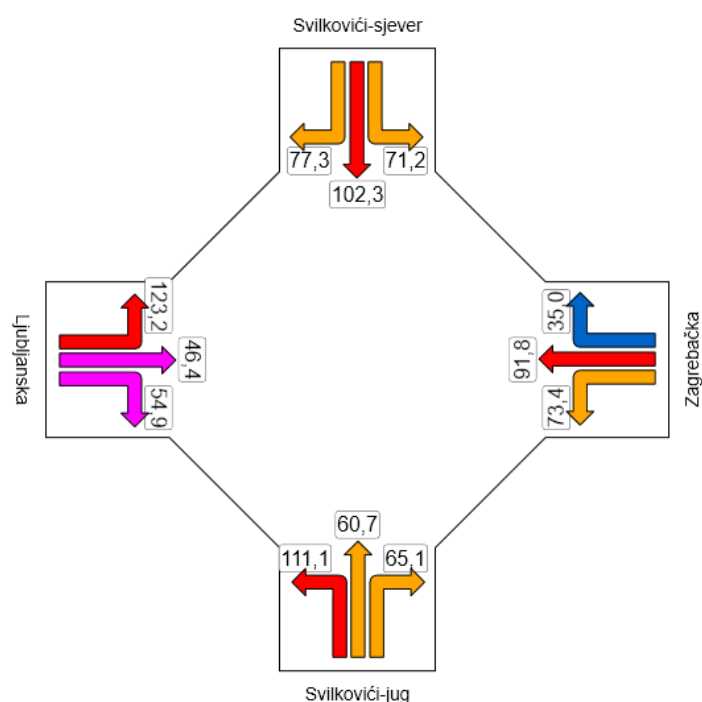
- smjer istok – 2485 vozila;
- smjer zapad – 2518 vozila;
- smjer sjever – 665 vozila;
- smjer jug – 654 vozila.

Upravljanje prometom na raskrižju odvija se u pet faza što dovodi do dugog vremena kašnjenja vozila na raskrižju i smanjenja propusne moći. Ukupno vrijeme trajanja ciklusa je 120 sekundi.

Nakon unesenih podataka dobiveni su rezultati. Razina usluge² cijelog raskrižja je F, odnosno ukupno vrijeme kašnjenja na raskrižju iznosi 77,4 sekunde. Rep čekanja iznosi 82,3 vozila što u metrima iznosi 593 metra. Prosječna brzina prometnog toka je 18,7 km/h. Na slikama 4.2. do 4.6. su prikazani dobiveni rezultati po svim privozima.

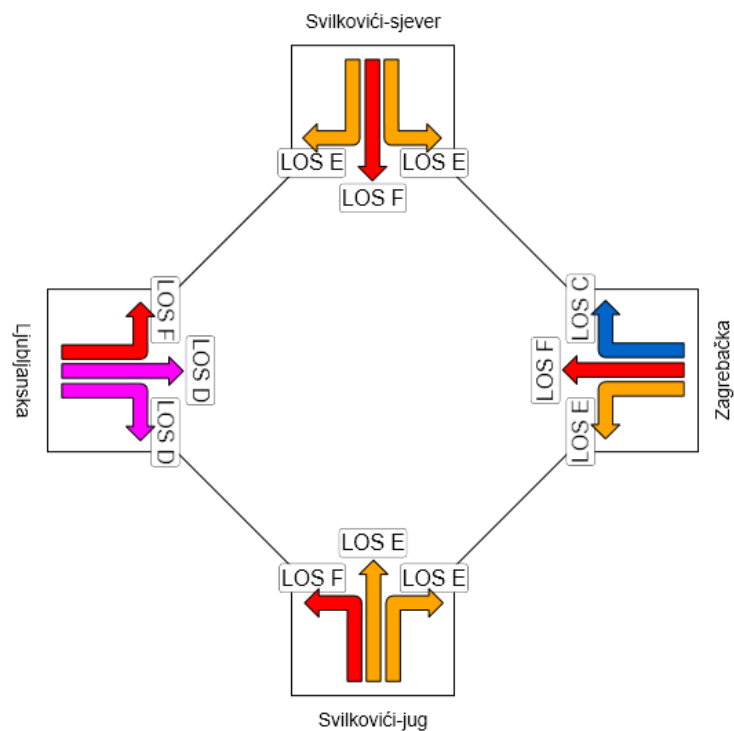
Movement Performance - Vehicles											
Mov ID	Turn	Demand Flow veh/h	HV %	Deg. Satn vic	Average Delay sec	Level of Service	95% Back of Queue Vehicles veh	Distance m	Prop. Queued	Effective Stop Rate per veh	Average Speed km/h
South: Svilkovići-jug											
1	L	571	2,2	0,975	111,1	LOS F	27,4	195,3	1,00	1,07	14,9
2	T	106	1,0	0,343	60,7	LOS E	8,7	61,1	0,93	0,74	21,8
3	R	12	0,0	0,039	65,1	LOS E	1,1	7,7	0,87	0,69	21,5
Approach		688	2,0	0,975	102,5	LOS F	27,4	195,3	0,99	1,01	15,7
East: Zagrebačka											
4	L	67	12,5	0,312	73,4	LOS E	6,1	47,2	0,95	0,77	20,0
5	T	2465	3,5	0,995	91,8	LOS F	82,3	593,0	1,00	1,20	16,6
6	R	83	7,6	0,109	35,0	LOS C	4,9	36,5	0,63	0,75	30,6
Approach		2616	3,9	0,995	89,5	LOS F	82,3	593,0	0,99	1,17	16,9
North: Svilkovići-sjever											
7	L	169	0,5	1,000 ²	71,2	LOS E	13,2	92,5	0,98	0,81	20,4
8	T	299	1,3	0,975	102,3	LOS F	28,5	201,4	1,00	1,16	15,3
9	R	232	0,5	0,782	77,3	LOS E	18,2	128,0	1,00	0,87	19,2
Approach		700	0,8	1,000	86,5	LOS F	28,5	201,4	0,99	0,98	17,5
West: Ljubljanska											
10	L	221	8,6	0,997	123,2	LOS F	22,5	169,0	1,00	1,10	13,7
11	T	2069	4,2	0,868	46,4	LOS D	50,2	363,9	0,98	0,94	25,3
12	R	67	9,4	0,869	54,9	LOS D	49,9	362,9	0,98	0,96	25,0
Approach		2358	4,7	0,997	53,8	LOS D	50,2	363,9	0,98	0,96	23,4
All Vehicles		6362	3,6	1,000	77,4	LOS E	82,3	593,0	0,99	1,05	18,7

Slika 4.2. Sažeti prikaz svih promatranih vrijednosti na raskrižju Ljubljanska - Zagrebačka – Svilkovići

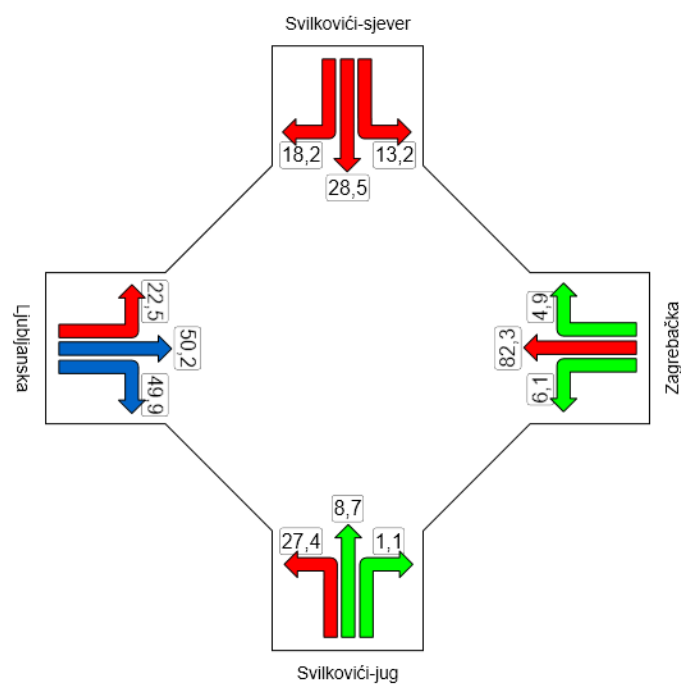


Slika 4.3. Grafički prikaz vremena kašnjenja po privozima na raskrižju Ljubljanska - Zagrebačka – Svilkovići

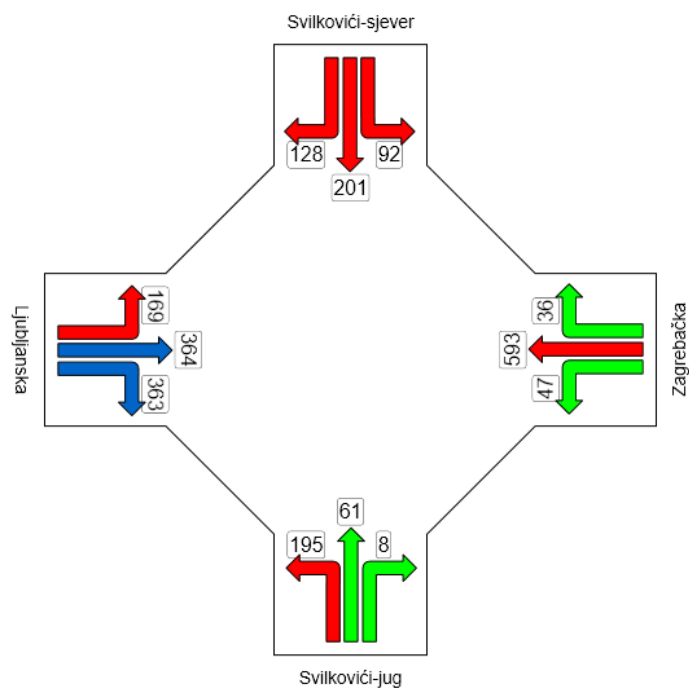
² Razina usluge je kvalitativna mjera koja se sastoji od brojnih elemenata, ka što su: brzina vožnje, vrijeme putovanja, sloboda manevriranja, prekidi u prometu, udobnost vožnje, sigurnost vožnje i troškovi iskoristivosti vozila, [6].



Slika 4.4. Grafički prikaz razine usluge po privozima na raskrižju Ljubljanska - Zagrebačka – Svilkovići



Slika 4.5. Grafički prikaz repa čekanja iskazan u vozilima po privozima na raskrižju Ljubljanska - Zagrebačka – Svilkovići



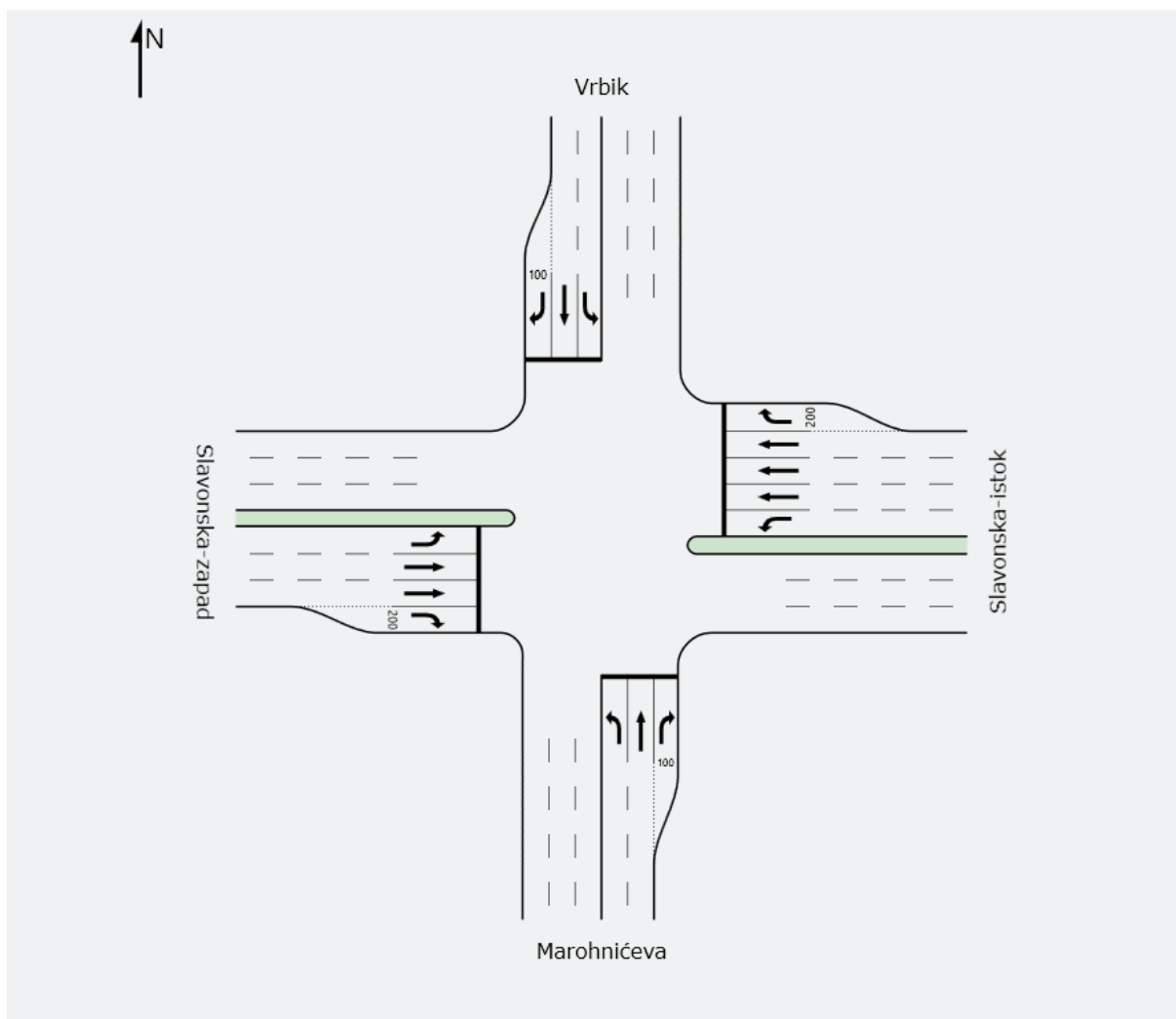
Slika 4.6. Grafički prikaz repa čekanja iskazan u metrima po privozima na raskrižju Ljubljanska - Zagrebačka – Svilkovići

4.2 Proračun propusne moći raskrižja Slavonska – Marohničeva – Vrbik

Broj vozila po privozima za jutarnji vršni sat (7:00 – 8:00) iznosi:

- smjer istok – 2348 vozila;
- smjer zapad – 3423 vozila;
- smjer sjever – 239 vozila;
- smjer jug – 603 vozila.

Upravljanje prometom se također odvija u 5 faza, a ukupno vrijeme trajanja ciklusa iznosi 150 sekunda. Geometrija raskrižja je prikazana na slici 4.7.

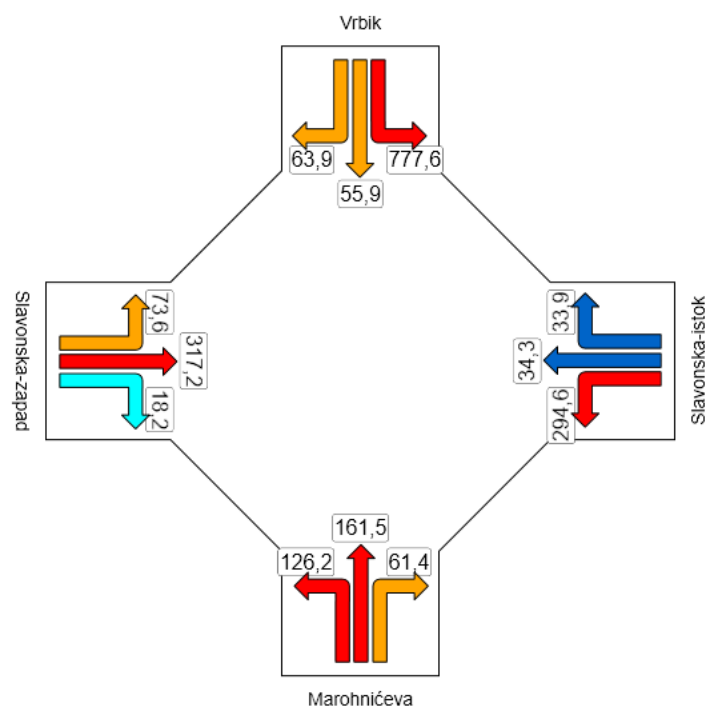


Slika 4.7. Geometrija raskrižja Slavonska - Marohnićeva – Vrbik

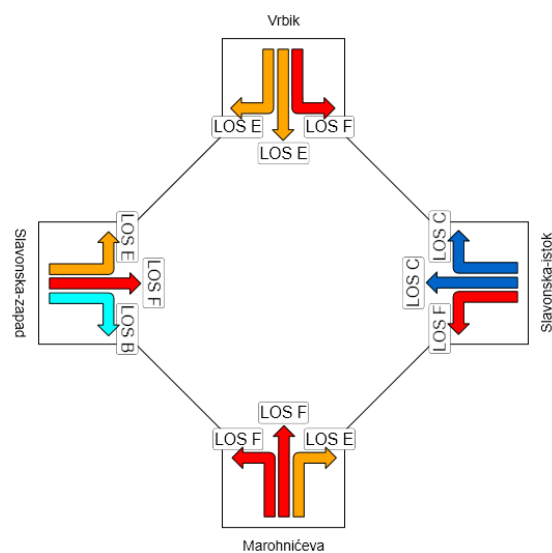
Razina usluge cijelog raskrižja je F, odnosno ukupno vrijeme kašnjenja na raskrižju iznosi 189 sekundi. Rep čekanja cijelog raskrižja iznosi 288,4 vozila što iznosi 2070,4 metara. Prosječna brzina prometnog toka iznosi 8,9 km/h. Na slikama 4.8. do 4.12. su prikazani dobiveni detaljniji rezultati za svaki privoz.

Movement Performance - Vehicles											
Mov ID	Turn	Demand Flow veh/h	HV %	Deg. Satn. v/c	Average Delay sec	Level of Service	95% Back of Queue Vehicles veh	Distance m	Prop. Queued	Effective Stop Rate per veh	Average Speed km/h
South: Marohnićeva											
1	L	140	0,8	1,000	126,2	LOS F	15,5	109,2	1,00	1,28	6,2
2	T	389	0,3	1,072	161,5	LOS F	46,3	324,8	1,00	1,48	4,8
3	R	105	2,0	0,313	61,4	LOS E	8,4	59,6	0,91	0,77	10,8
Approach		635	0,7	1,072	137,1	LOS F	46,3	324,8	0,98	1,32	5,6
East: Slavenska-istok											
4	L	148	2,0	1,216	294,6	LOS F	23,8	169,4	1,00	1,45	6,6
5	T	2046	3,5	0,756	34,3	LOS C	40,4	291,2	0,89	0,81	29,6
6	R	278	0,1	0,373	33,9	LOS C	13,8	95,8	0,66	0,79	31,0
Approach		2472	3,0	1,216	49,9	LOS D	40,4	291,2	0,87	0,84	24,6
North: Vrbik											
7	L	93	0,0	1,754	777,6	LOS F	24,5	171,2	1,00	1,64	1,4
8	T	87	2,4	0,244	55,9	LOS E	7,1	50,5	0,89	0,71	14,2
9	R	177	0,0	0,550	63,9	LOS E	13,2	92,7	0,95	0,81	10,5
Approach		357	0,6	1,754	247,2	LOS F	24,5	171,2	0,95	1,00	3,8
West: Slavenska-zapad											
10	L	384	0,0	0,852	73,6	LOS E	29,4	206,0	1,00	0,93	19,9
11	T	3180	3,0	1,286	317,2	LOS F	288,4	2070,4	1,00	2,12	6,1
12	R	40	2,6	0,044	18,2	LOS B	1,6	11,2	0,38	0,71	40,0
Approach		3604	2,7	1,285	287,9	LOS F	288,4	2070,4	0,99	1,97	6,7
All Vehicles		7067	2,5	1,754	189,0	LOS F	288,4	2070,4	0,95	1,47	8,9

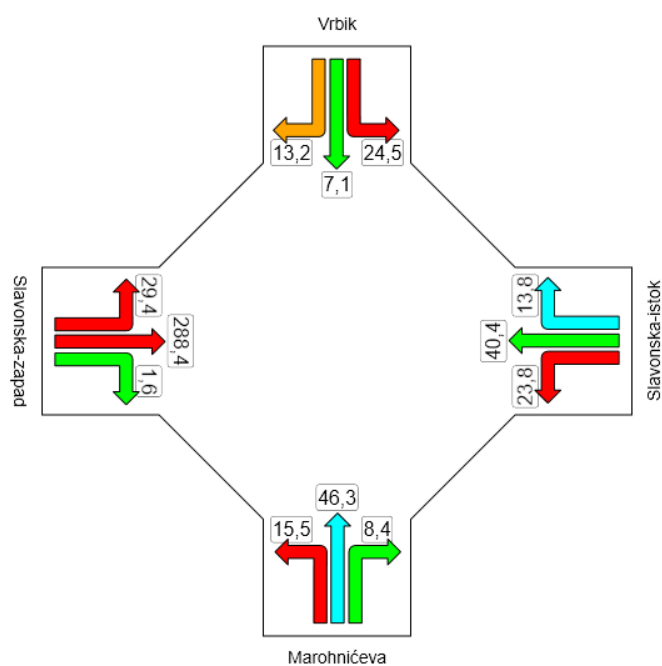
Slika 4.8. Sažeti prikaz svih promatranih vrijednosti na raskrižju Slavonska - Marohnićeva – Vrbik



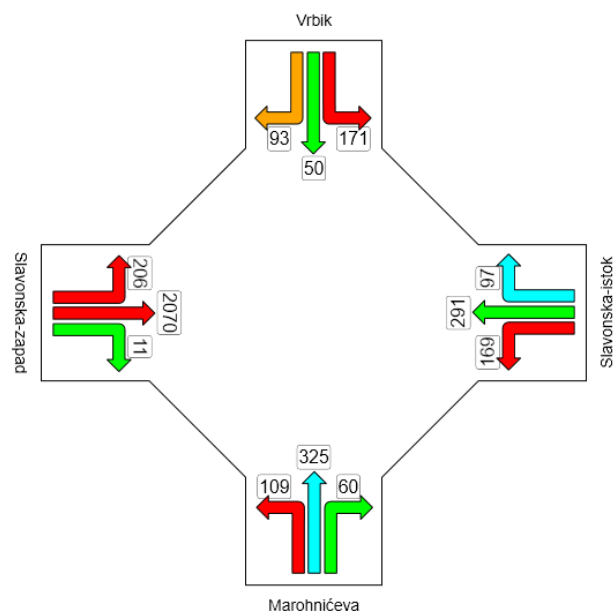
Slika 4.9. Grafički prikaz prosječnog vremena kašnjenja po privozima na raskrižju Slavonska - Marohnićeva – Vrbik



Slika 4.10. Grafički prikaz razine usluge po privozima na raskrižju Slavonska - Marohnićeva – Vrbik



Slika 4.11. Grafički prikaz duljine repa čekanja iskazan u vozilima po privozima na raskrižju Slavonska - Marohnićeva – Vrbik



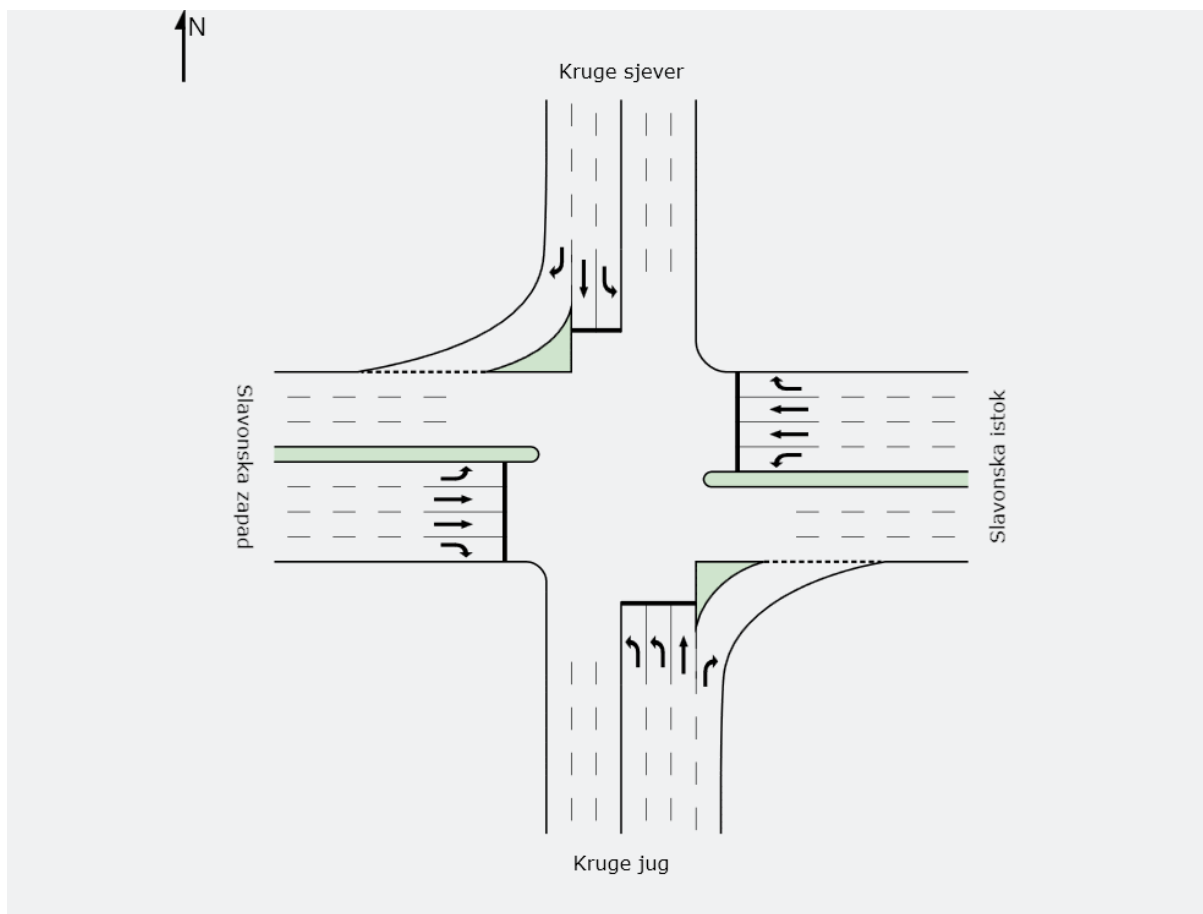
Slika 4.12. Grafički prikaz duljine repa čekanja iskazan u metrima po privozima na raskrižju Slavonska - Marohničeva – Vrbik

4.3 Proračun propusne moći raskrižja Slavonska – Kruge

Broj vozila po privozima u jutarnjem vršnom satu (7:00 – 8:00) iznosi:

- smjer istok – 2554 vozila;
- smjer zapad – 2733 vozila;
- smjer sjever – 354 vozila;
- smjer jug 717 vozila.

Upravljanje prometom odvija se u pet faza, a ukupno vrijeme trajanja ciklusa je 150 sekundi. Geometrija raskrižja prikazana je na slici 4.13.

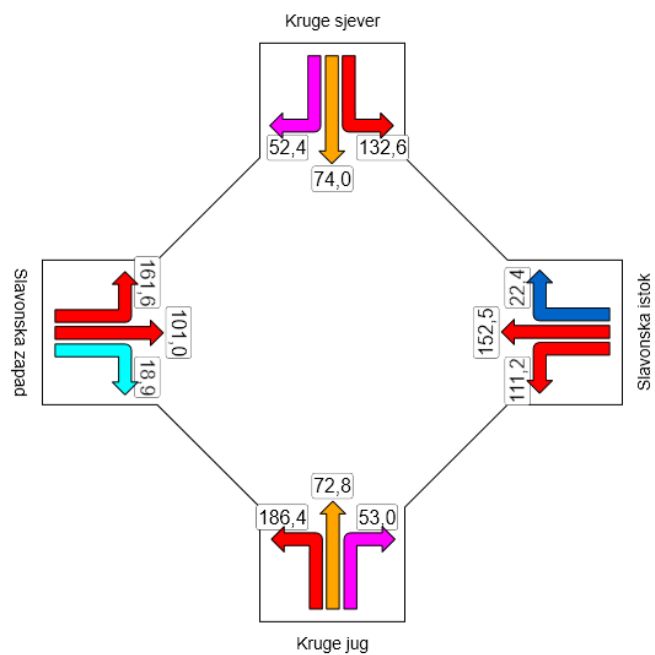


Slika 4.13. Geometrija raskrižja Slavonska – Kruge

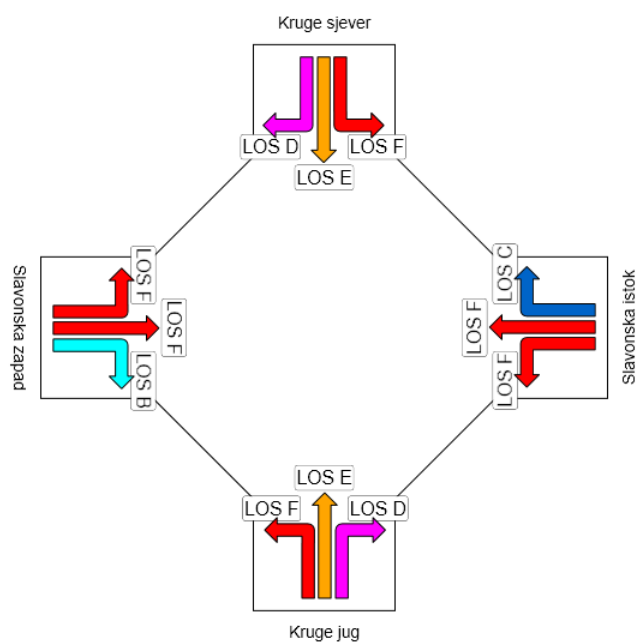
Razina usluge cijelog raskrižja je F, odnosno ukupno vrijeme kašnjenja na raskrižju iznosi 122,5 sekundi. Rep čekanja cijelog raskrižja iznosi 158,8 vozila što iznosi 1159 metara. Prosječna brzina prometnog toka iznosi 13,5 km/h. Na slikama 4.14. do 4.18. su prikazani dobivani detaljniji rezultati po privozima.

Movement Performance - Vehicles											
Mov ID	Turn	Demand Flow veh/h	HV %	Deg. Satn v/c	Average Delay sec	Level of Service	95% Back of Queue Vehicles veh	Distance m	Prop. Queued	Effective Stop Rate per veh	Average Speed km/h
South: Kruga jug											
1	L	479	2,0	1,090	186,4	LOS F	29,7	211,2	1,00	1,27	9,9
2	T	178	0,6	0,763	72,8	LOS E	14,7	103,3	1,00	0,88	19,4
3	R	98	3,2	0,202	53,0	LOS D	7,2	51,6	0,82	0,75	24,6
Approach		755	1,8	1,090	142,3	LOS F	29,7	211,2	0,98	1,11	12,2
East: Slavenska istok											
4	L	82	2,6	0,965	111,2	LOS F	9,1	64,9	1,00	1,02	14,9
5	T	2453	5,0	1,094	152,5	LOS F	158,8	1159,0	1,00	1,51	11,3
6	R	154	0,7	0,140	22,4	LOS C	6,4	45,1	0,47	0,75	37,1
Approach		2688	4,7	1,094	143,8	LOS F	158,8	1159,0	0,97	1,45	11,9
North: Kruga sjever											
7	L	151	0,0	1,013	132,6	LOS F	16,4	114,6	1,00	1,14	13,0
8	T	83	1,3	0,537	74,0	LOS E	7,7	54,7	1,00	0,77	19,2
9	R	139	7,6	0,296	52,4	LOS D	9,6	71,5	0,85	0,78	24,8
Approach		373	3,1	1,013	89,6	LOS F	16,4	114,6	0,94	0,92	17,3
West: Slavenska zapad											
10	L	195	1,1	1,057	161,6	LOS F	22,6	160,0	1,00	1,20	11,1
11	T	2560	3,3	1,037	101,0	LOS F	142,6	1026,6	1,00	1,30	15,5
12	R	122	7,8	0,107	18,9	LOS B	4,6	34,3	0,40	0,73	39,6
Approach		2877	3,3	1,057	101,6	LOS F	142,6	1026,6	0,97	1,27	15,5
All Vehicles		6693	3,7	1,094	122,5	LOS F	158,8	1159,0	0,97	1,31	13,5

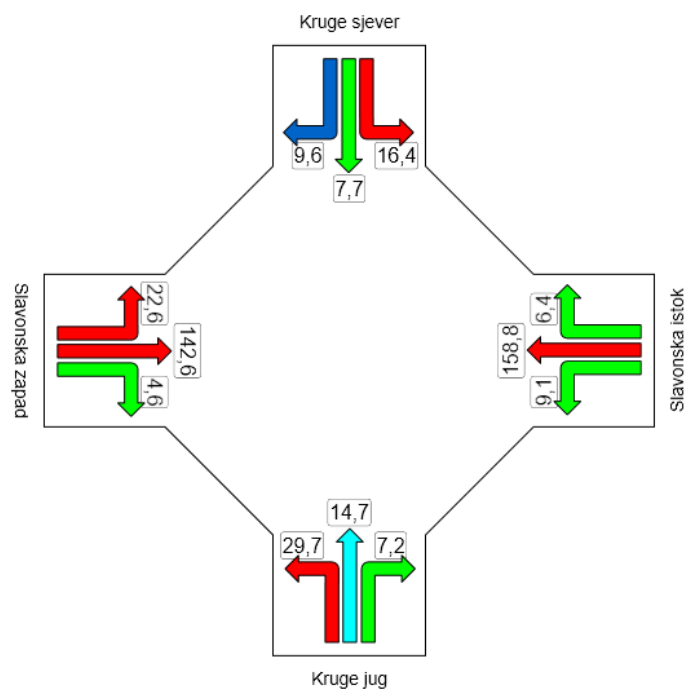
Slika 4.14. Sažeti prikaz svih promatranih vrijednosti na Raskrižju Slavenska – Kruga



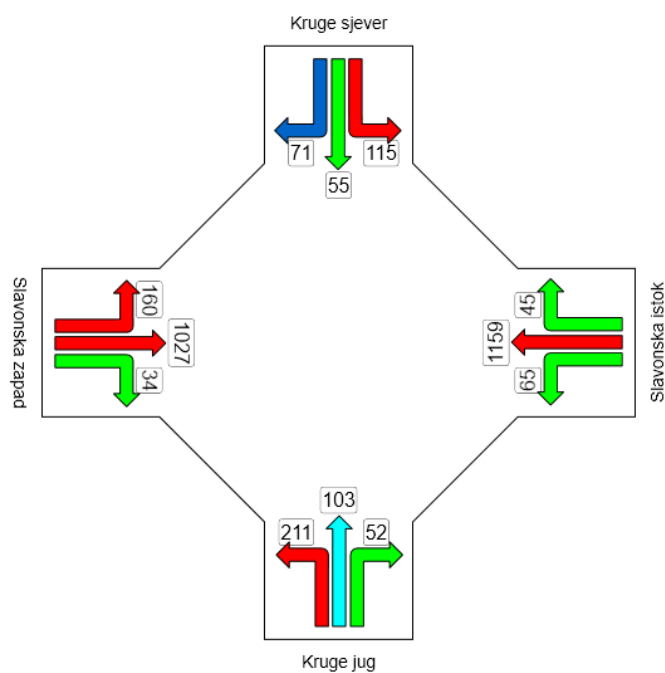
Slika 4.15. Grafički prikaz prosječnog vremena kašnjenja po privozima na raskrižju Slavenska – Kruge



Slika 4.16. Grafički prikaz razine usluge po privozima na raskrižju Slavenska – Kruge



Slika 4.17. Grafički prikaz duljine repa čekanja iskazan u vozilima po privozima na raskrižju Slavonska – Kruge



Slika 4.18. Grafički prikaz duljine rapa čekanja iskazan u metrima po privozima na raskrižju Slavonska – Kruge

5. PRIJEDLOG IDEJNOG PROMETNOG RJEŠENJA S CILJEM POVEĆANJA RAZINE USLUGE

Idejno prometno rješenje je formiranje brze gradske ceste na potezu od čvorišta Jankomir do čvorišta Ivanja Reka čime bi se stvorila prometnica najviše razine usluge kroz samo urbano područje Zagreba koja bi mogla na primjeren način saturirati prometne zahtjeve šireg područja središta grada. Tako bi cjelokupan izvorišno-odredišni promet središta grada koristio prometnice najviše razine usluge do neposredne blizine središta što bi znatno rasteretilo lokalnu prometnu mrežu grada.

Trasa Ljubljanske, Zagrebačke i Slavonske avenije pruža se u smjeru zapad – istok te svojim gotovo horizontalnim zemljištem daje izvrstan preduvjet za formiranje brze gradske ceste. Jedini problem koji se javlja je taj što se grad sa svojim sadržajim (stambeni i poslovni prostori) približio trasi te je vrlo teško izgraditi projekt raskrižja bez kompromisa između prometnog i prostorno urbanističkog kriterija.

Za povezivanje gradske cestovne mreže s Ljubljanskom, Zagrebačkom i Slavonskom avenijom korišteno je denivelirano raskrižje s kružnim tokom prometa (Zagrebačka – Slavenskoga i Slavonska – Zelena tržnica), te denivelirano raskrižje tipa dijamant upravljano prometnim svjetlima (semaforima) za ostala raskrižja.

Kod raskrižja upravljanih semaforima, upravljanje prometom odvija se u dvije faze što dovodi do smanjenja čekanja vozila i povećanja propusne moći raskrižja što će biti vidljivo u sljedećem poglavlju.

Sporedni privozi ostaju na svim raskrižjima s istim brojem prometnih trakova kao i prije dok su privozi sa glavne ceste na raskrižje upravljano semaforima izvedeni s dva prometna traka.

Kružni lukovi na raskrižjima su izvedeni s polumjerom 12 metara ili većim zbog prisutnosti teretnih vozila.

Širina traka glavnog prometnog traka i privoza sa glavnog prometnog traka na raskrižja iznosi 3,5 metara dok je širina traka sporednih privoza 3 metra. Sva kanalizirana skretanja u zavoju imaju širinu veću od minimalne širine 4,5 metara.

Visinska razlika dviju razina u raskrižju određena je visinom slobodnog profila, što iznosi 4,5 metara te konstruktivnom visinom raskrižja u razini. Uzevši to u obzir duljina prilaznih

cesta sa glavnog prometnog traka iznosi 100 – 150 metara kako uzdušni nagib ne bi bio veći od 6% u usponu odnosno 7% u padu.

Duljine preplitanja odnosno duljiine za promjenu prometnog traka izvedene su minimalnom duljinom od 30 metara.

Horizontalno vođenje trase i njezin uzdužni profil projektirani su za računsku brzinu od 100 km/h, iznimno 80 km/h.

Kod već deniveliranih raskrižja, trasa Ljubljanske, Zagrebačke i Slavonske avenije je upušena ili izdignuta u odnosu na poprečne ceste. Budući da nema zastoja u prometu, teretna vozila lako svladavaju takve uspone inercijom vozila jer su usponi uglavnom kraći od 1000 metara. Problem nastaje kod raskrižja u jednoj razini jer na usponima dolazi do zastoja zbog malog ubrzanja teretnih vozila. Denivelacijom svih raskrižja taj problem nestaje.

Radi smanjenja buke u prometu trasa Ljubljanske, Zagrebačke i Slavonske avenije upuštena je ispod poprečnih cesta u predloženom rješenju.

Kako se trasa Ljubljanske, Zagrebačke i Slavonske avenije upušta na -1 razinu gotovo cijelom dionicom, svi postojeći pješački prijelazi su predviđeni na svojim mjestima, te je izgrađen jedan pothodnik i jedan nathodnik.

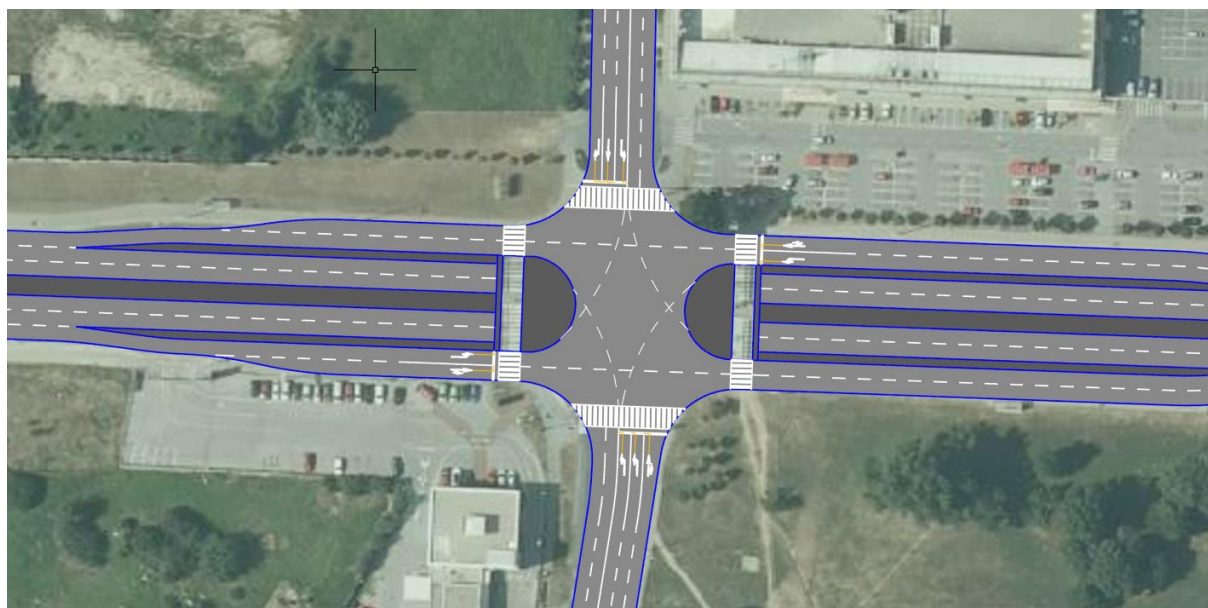
Idejno prometno rješenje gradske autoceste s postojećim i novim deniveliranim čvorištima prikazano je u grafičkim prilogima 1 do 15.

6. PRORAČUN PROPUSNE MOĆI REFERENTNIH RASKRIŽJA IDEJNOG PROMETNOG RJEŠENJA

Proračun propusne moći referentnih raskrižja idejnog prometnog rješenja napravljen je na osnovi brojanja prometa iz trećeg poglavlja. Proračun je napravljen pomoću programskog alata SIDRA Intersection, a rezultati su predstavljani u nastavku.

6.1 Proračun idejnog prometnog rješenja raskrižja Ljubljanska – Zagrebačka Svilkovići

U idejnom prometnom rješenju raskrižje je izvedeno kao denivelirano raskrižje tipa dijamant gdje se upravljanje prometom odvija pomoću semafora u dvije faze prikazano na slici 6.1. Sa sjeverne strane poprečne ceste su tri prometne trake od kojih je svaka za zasebni smjer, dok su s južne strane dvije trake za lijevo i jedna traka za ravno i desno. S brze ceste dolaze u oba smjera dvije trake od kojih je jedna za lijeve skretače, dok je druga za ravno i desno. Na svakom privozu su dvije izlazne trake.

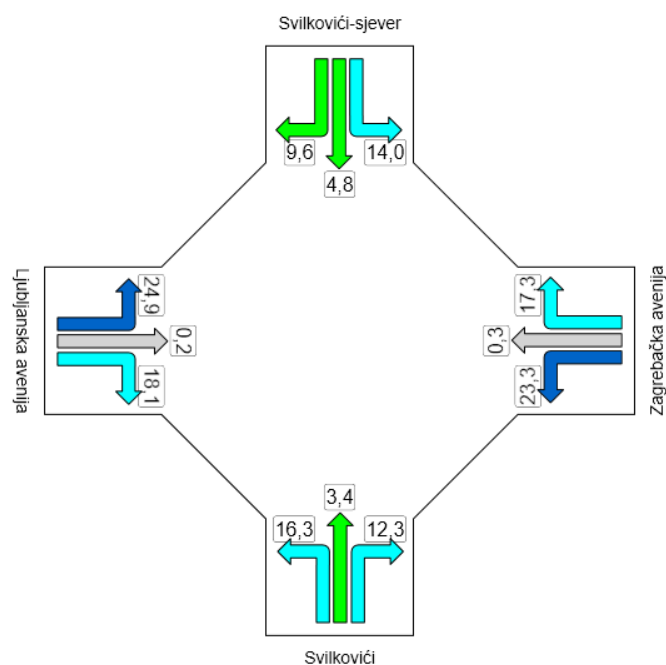


Slika 6.1. Grafički prikaz idejnog prometnog rješenja raskrižja Ljubljanska - Zagrebačka - Svilkovići

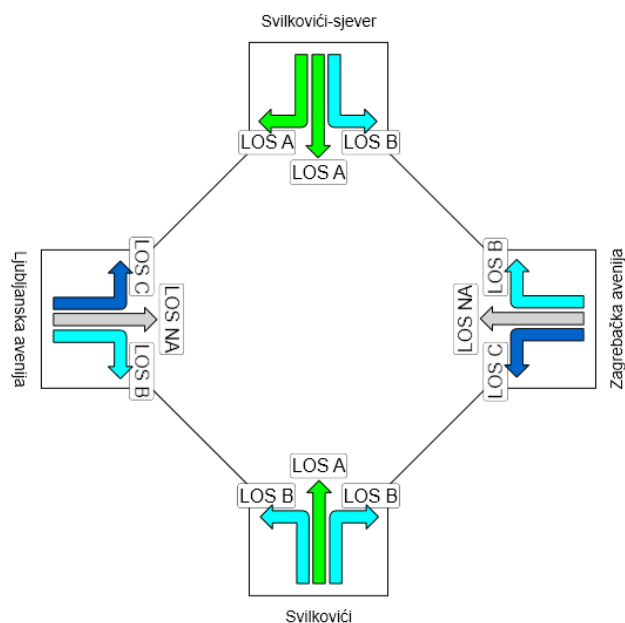
Razina usluge raskrižja je A s prosječnim vremenom kašnjenja od 4,9 sekundi. Rep čekanja na raskrižju pet vozila što u metrima iznosi 35 metara. Prosječna brzina prometnog toka iznosi 87,9 km/h jer se vozila s glavnog smjera koji zadržavaju smjer vožnje ne zaustavljaju. Na slikama 6.2. do 6.6. je dan detaljniji prikaz proračuna po privozima.

Movement Performance - Vehicles											
Mov ID	Turn	Demand Flow veh/h	HV %	Dep. Satn v/c	Average Delay sec	Level of Service	95% Back of Queue Vehicles veh	Distance m	Prop. Queue	Effective Stop Ratio per veh	Average Speed km/h
South: Svilkovići											
10	L	571	2.2	0.520	16.3	LOS B	4.6	32.8	0.78	0.81	48.5
11	T	106	1.0	0.121	3.4	LOS A	1.1	8.0	0.55	0.42	52.4
12	R	12	0.0	0.120	12.3	LOS B	1.1	8.0	0.55	0.97	54.7
Approach		688	2.0	0.520	14.2	LOS B	4.6	32.8	0.74	0.75	49.0
East: Zagrebačka avenija											
1	L	67	4.7	0.161	23.3	LOS C	1.3	9.5	0.83	0.75	48.5
2	T	2465	3.5	0.568	0.3	LOS A ⁺	NA ⁺	NA ⁺	NA ⁺	0.00	99.5
3	R	83	7.6	0.094	17.3	LOS B	1.0	7.6	0.55	0.77	56.2
Approach		151	6.3	0.161	20.0	LOS C	1.3	9.5	0.04	0.04	98.0
North: Svilkovići-sjever											
4	L	231	0.5	0.316	14.0	LOS B	3.1	21.7	0.63	0.78	50.3
5	T	236	1.3	0.246	4.8	LOS A	3.0	21.3	0.60	0.50	52.5
6	R	232	0.5	0.171	9.6	LOS A	0.9	6.2	0.32	0.73	54.0
Approach		700	0.8	0.316	9.4	LOS A	3.1	21.7	0.52	0.67	52.2
West: Ljubljanska avenija											
7	L	221	8.6	0.541	24.9	LOS C	4.4	32.9	0.92	0.82	47.0
8	T	2069	4.4	0.480	0.2	LOS A ⁺	NA ⁺	NA ⁺	NA ⁺	0.00	99.7
9	R	360	5.3	0.402	18.1	LOS B	4.8	35.0	0.66	0.82	54.9
Approach		581	6.5	0.541	20.7	LOS C	4.8	35.0	0.17	0.18	92.9
All Vehicles		6655	1.0	0.568	4.9	LOS A	4.8	35.0	0.21	0.24	87.9

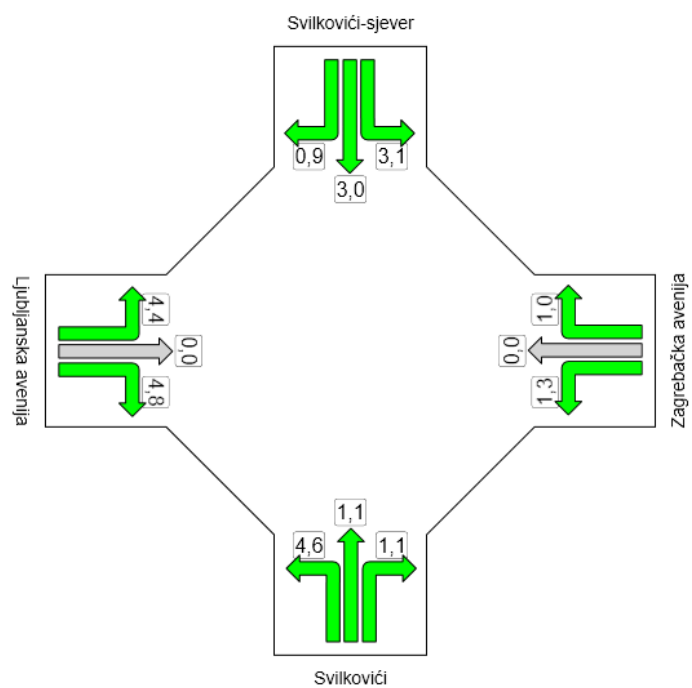
Slika 6.2. Sažeti prikaz svih promatranih vrijednosti u idejnom prometnom rješenju raskrižja Ljubljanska - Zagrebačka – Svilkovići



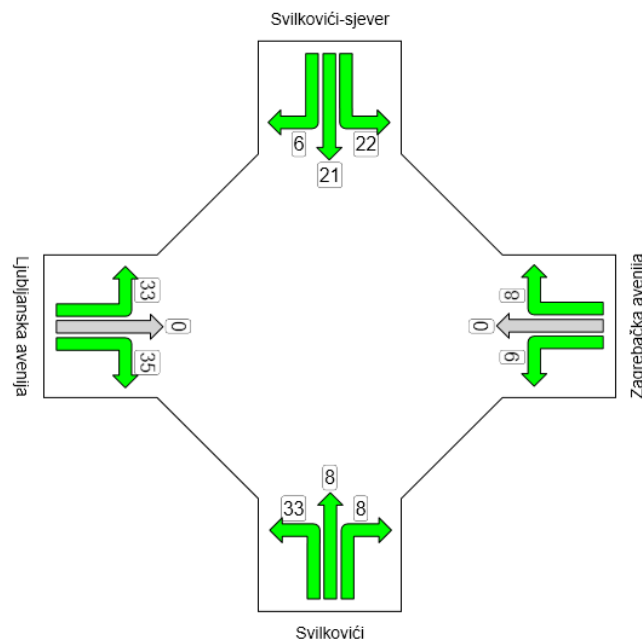
Slika 6.3. Grafički prikaz prosječnog vremena kašnjenja po privozima u idejnom prometnom rješenju raskrižja Ljubljanska - Zagrebačka – Svilkovići



Slika 6.4. Grafički prikaz razine usluge po privozima u idejnom prometnom rješenju raskrižja Ljubljanska - Zagrebačka – Svilkovići



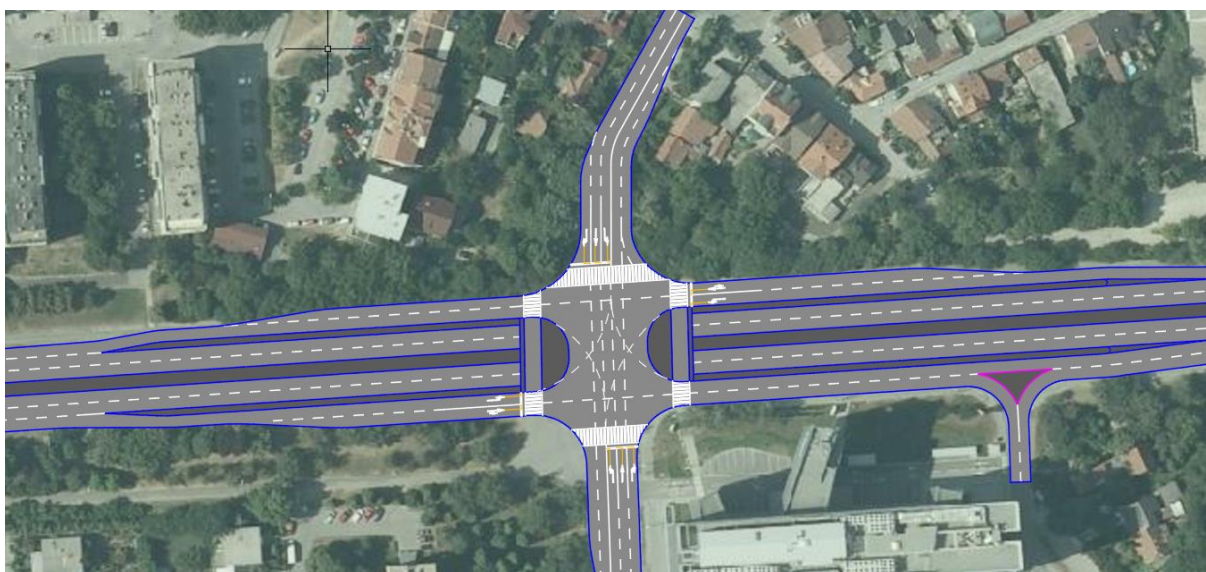
Slika 6.5. Grafički prikaz duljine repa čekanja iskazan u vozilima po privozima u idejnom prometnom rješenju raskrižja Ljubljanska - Zagrebačka – Svilkovići



Slika 6.6. Grafički prikaz duljine repa čekanja iskazan u metrima po privozima u idejnom prometnom rješenju raskrižja Ljubljanska - Zagrebačka – Svilkovići

6.2 Proračun idejnog prometnog rješenja raskrižja Slavonska – Marohnićeva – Vrbik

U idejnom prometnom rješenju raskrižje je također izvedeno kao denivelirano raskrižje tipa dijamant gdje se upravljanje prometom odvija pomoću semafora u dvije faze i prikazano je na slici 6.7. Poprečna cesta sa sjeverne i južne strane ima tri prometne trake od kojih je svaka za zasebni smjer, odnosno lijevo, ravno i desno. Glavni smjer je izveden s dvije prometne trake u oba smjera od kojih je jedna za lijeve skretače, dok je druga za ravno i desno. Na svakom privozu su dvije izlazne trake.

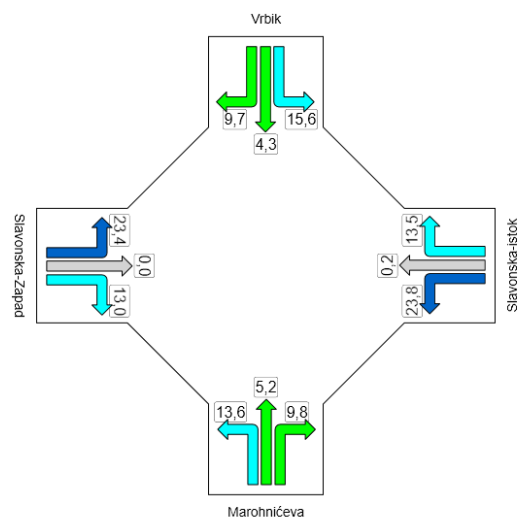


Slika 6.7. Grafički prikaz idejnog prometnog rješenja raskrižja Slavonska - Marohničeva – Vrbič

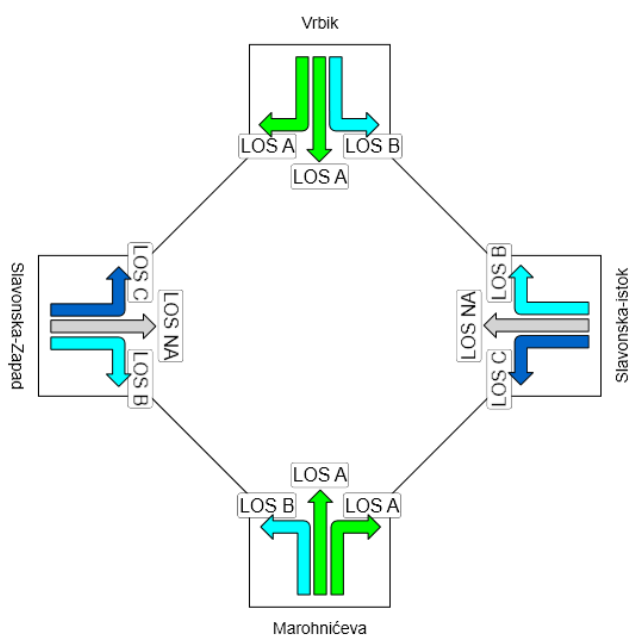
Razina usluge cijelog raskrižja je A s prosječnim vremenom kašnjenja 4,6 sekundi. Rep čekanja iznosi 5,1 vozila što je u metrima 35,7 metara. Prosječna brzina prometnog toka je 86,2 km/h. U nastavku je prikazan detaljniji proračun po privozima na slikama 6.8. do 6.12.

Movement Performance - Vehicles											
Mov ID	Turn	Demand Flow veh/h	HV %	Des. Satn v/c	Average Delay sec	Level of Service	95% Back of Queue Vehicles veh	Distance m	Prop. Queued	Effective Stop Rate per veh	Average Speed km/h
South: Marohničeva											
10	L	140	0,8	0,188	13,6	LOS B	1,8	12,7	0,58	0,76	50,7
11	T	389	0,3	0,400	5,2	LOS A	5,1	35,7	0,66	0,57	51,9
12	R	105	2,0	0,081	9,8	LOS A	0,4	2,7	0,30	0,69	53,7
Approach		635	0,7	0,400	7,9	LOS A	5,1	35,7	0,58	0,63	51,9
East: Slavonska-istok											
1	L	154	1,9	0,360	23,8	LOS C	3,0	21,2	0,88	0,79	47,9
2	T	2046	3,5	0,474	0,2	NA ³	NA ³	NA ³	NA ³	0,00	99,7
3	R	278	0,1	0,244	13,5	LOS B	1,8	12,8	0,31	0,75	60,9
Approach		432	0,8	0,360	17,2	LOS B	3,0	21,2	0,09	0,13	95,1
North: Vrbič											
4	L	93	0,0	0,179	15,6	LOS B	1,4	10,0	0,68	0,76	48,9
5	T	87	2,4	0,091	4,3	LOS A	1,1	7,6	0,55	0,43	53,1
6	R	72	0,0	0,058	9,7	LOS A	0,2	1,7	0,29	0,68	53,7
Approach		252	0,8	0,179	10,0	LOS B	1,4	10,0	0,52	0,62	51,5
West: Slavonska-Zapad											
7	L	6	0,0	0,015	23,4	LOS C	0,1	0,8	0,79	0,68	53,0
8	T	1	3,0	0,000	0,0	NA ³	NA ³	NA ³	NA ³	0,00	100,0
9	R	1	2,6	0,001	13,0	LOS B	0,0	0,0	0,20	0,69	61,8
Approach		7	0,4	0,015	21,9	LOS C	0,1	0,8	0,62	0,60	62,0
All Vehicles		3372	0,3	0,474	4,6	LOS A	5,1	35,7	0,22	0,26	86,2

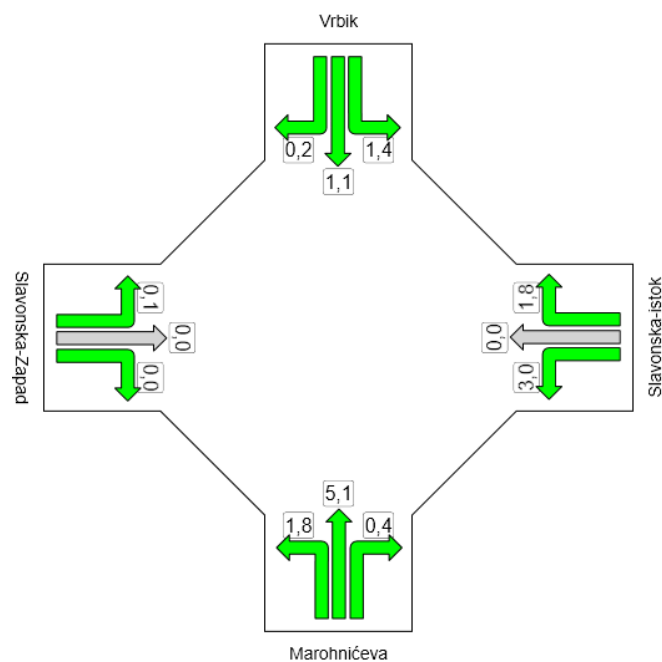
Slika 6.8. Sažeti prikaz svih promatranih vrijednosti u idejnom prometnom rješenju raskrižja Slavonska - Marohničeva – Vrbič



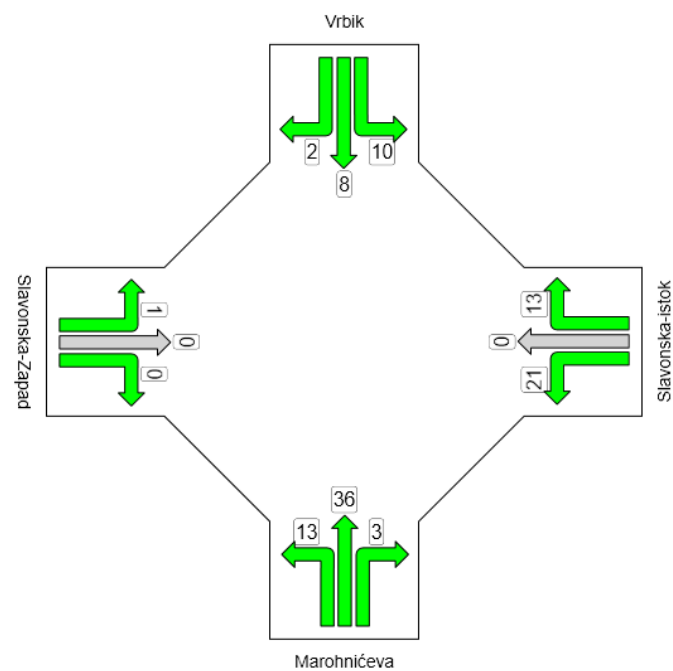
Slika 6.9. Grafički prikaz prosječnog vremena kašnjenja po privozima u idejnom prometnom rješenju raskrižja Slavovska - Marohničeva – Vrbik



Slika 6.10. Grafički prikaz razine usluge po privozima u idejnom prometnom rješenju raskrižja Zagrebačka - Marohničeva – Vrbik



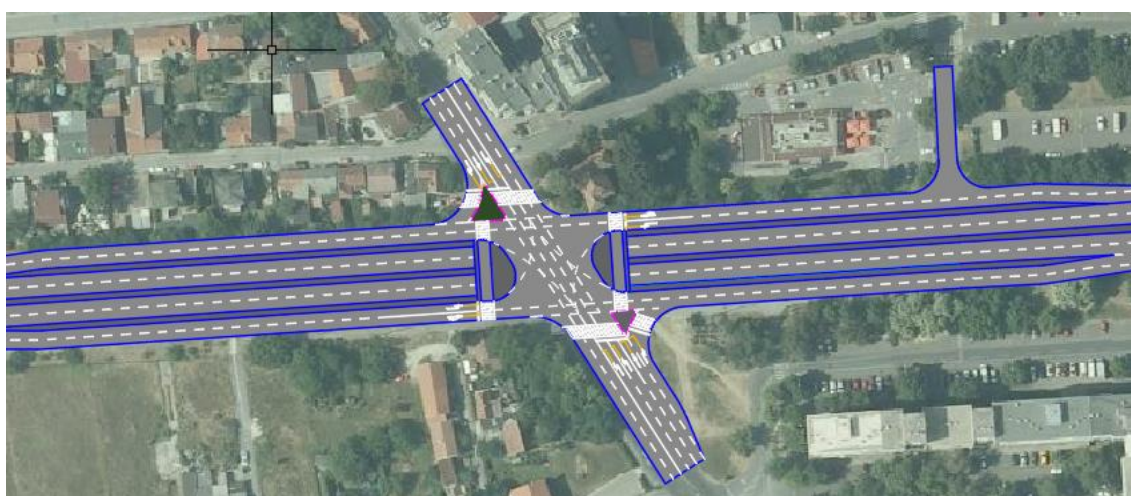
Slika 6.11. Grafički prikaz duljine repa čekanja iskazan u vozilima po privozima u idejnom prometnom rješenju raskrižja Slavonska - Marohnićeva – Vrbik



Slika 6.12. Grafički prikaz duljine repa čekanja iskazan u metrima po privozima u idejnom prometnom rješenju raskrižja Slavonska - Marohnićeva – Vrbik

6.3 Proračun idejno prometnog rješenja raskrižja Slavonska – Kruge

U idejnom prometnom rješenju predloženo je denivelirano raskrižje tipa dijamant upravljano semaforima u dvije faze prikazano na slici 6.13. Sjeverni privoz izveden je s dvije prometne trake, za ravno i lijevo te je traka za desno odvojena prometnim otokom. Južni privoz izveden je s tri prometne trake, od kojih su dvije za lijevo i jedna za ravno, dok je traka za desno odvojena prometnim otokom. Istočni i zapadni privoz izvedeni su s dvije prometne trake, od kojih je jedna za lijeve skretače dok je druga za ravno i desno. Na svim privozima su dvije izlazne trake.

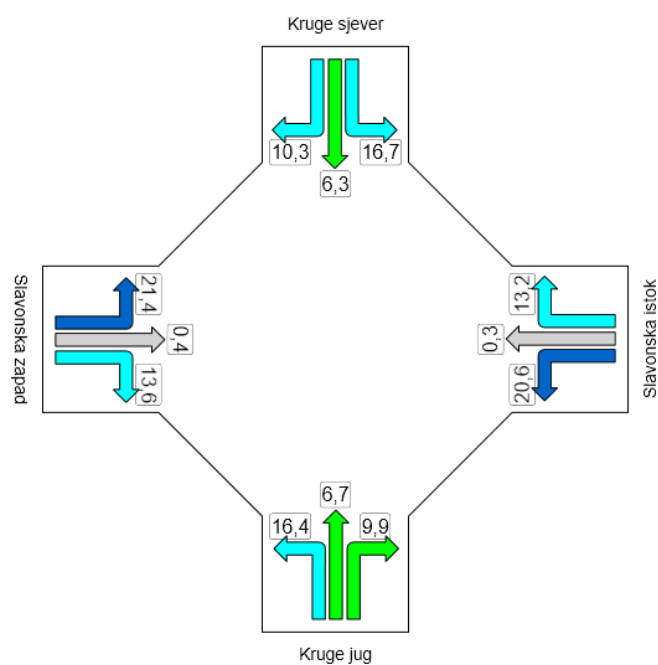


Slika 6.13. Grafički prikaz idejnog prometnog rješenja raskrižja Slavonska - Kruge

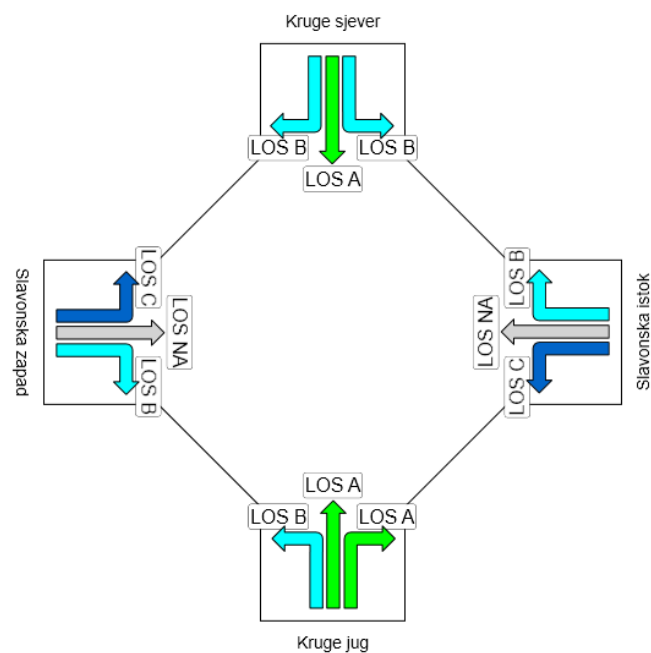
Razina usluge raskrižja je A s prosječnim vremenom kašnjenja od 3,9 sekundi. Duljina repa čekanja je 3,8 vozila odnosno 27 metara. Prosječna brzina prometnog toka cijelog raskrižja je 90,6 km/h. Na slikama 6.14. do 6.18. je prikazan detaljniji proračun po privozima.

Movement Performance - Vehicles											
Mov ID	Turn	Demand Flow veh/h	HV %	Deg. Satn v/c	Average Delay sec	Level of Service	95% Back of Queue Vehicles veh	Distance m	Prop. Queued	Effective Stop Rate per veh	Average Speed km/h
South: Krugu jug											
10	L	479	2,0	0,390	16,4	LOS B	3,8	27,0	0,75	0,79	48,3
11	T	178	0,6	0,229	6,7	LOS A	2,7	18,7	0,70	0,56	50,7
12	R	98	3,2	0,076	9,9	LOS A	0,3	2,4	0,30	0,69	53,7
Approach		755	1,8	0,390	13,3	LOS B	3,8	27,0	0,68	0,73	49,5
East: Slavenska istok											
1	L	87	2,4	0,162	20,6	LOS C	1,5	10,5	0,74	0,77	51,5
2	T	2453	5,0	0,571	0,3	NA ^a	NA ^a	NA ^a	NA ^a	0,00	99,5
3	R	154	0,7	0,113	13,2	LOS B	0,5	3,8	0,31	0,77	61,1
Approach		241	1,3	0,162	15,9	LOS B	1,5	10,5	0,04	0,07	97,4
North: Krugu sjever											
4	L	151	0,0	0,277	16,7	LOS B	2,5	17,3	0,74	0,77	48,0
5	T	83	1,3	0,107	6,3	LOS A	1,2	8,6	0,66	0,51	51,2
6	R	139	7,6	0,124	10,3	LOS B	0,6	4,7	0,35	0,70	53,4
Approach		373	3,1	0,277	12,0	LOS B	2,5	17,3	0,57	0,69	50,6
West: Slavenska zapad											
7	L	199	1,1	0,376	21,4	LOS C	3,4	24,3	0,80	0,80	50,5
8	T	2560	3,3	0,589	0,4	NA ^a	NA ^a	NA ^a	NA ^a	0,00	99,5
9	R	122	7,8	0,095	13,6	LOS B	0,4	3,2	0,30	0,77	61,1
Approach		321	3,6	0,376	18,4	LOS B	3,4	24,3	0,97	0,09	96,5
All Vehicles		6702	0,6	0,589	3,9	LOS A	3,8	27,0	0,15	0,19	90,6

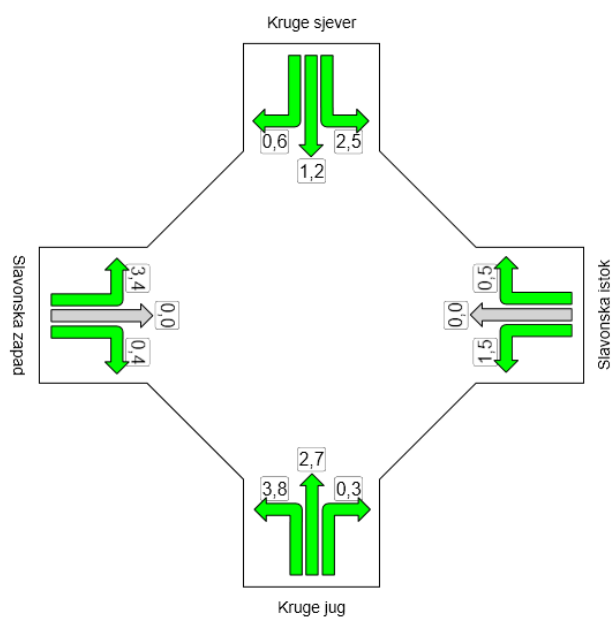
Slika 6.14. Sažeti prikaz promatranih vrijednosti u idejnom prometnom rješenju raskrižja Slavonska – Krugu



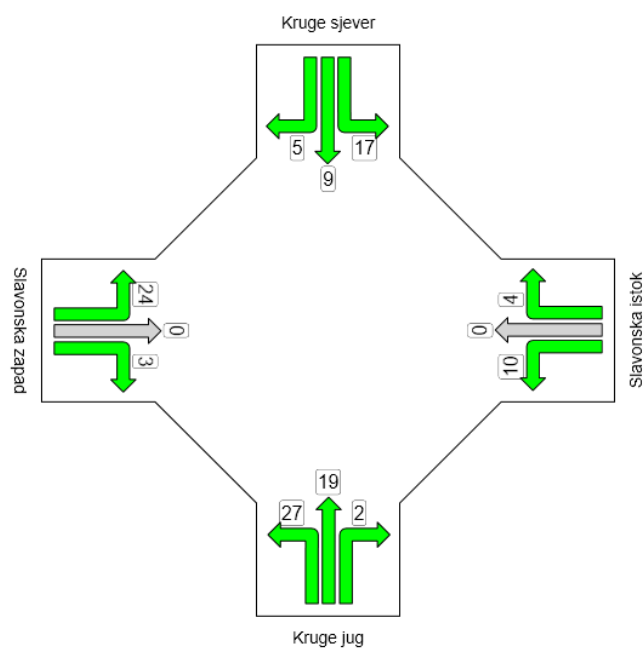
Slika 6.15. Grafički prikaz prosječnog vremena kašnjenja po privozima u idejnom prometnom rješenju raskrižja Slavonska – Krugu



Slika 6.16. Grafički prikaz razine usluge po privozima u idejnom prometnom rješenju raskrižja Slavonska – Kruge



Slika 6.17. Grafički prikaz duljine repa čekanja iskazan u vozilima po privozima u idejnom prometnom rješenju raskrižja Slavonska – Kruge



Slika 6.18. Grafički prikaz duljine repa čekanja iskazan u metrim po privozima u idejnom prometnom rješenju raskrižja Slavonska – Kruge

7. EVALUACIJA REZULTATA PRIJE I I NAKON IMPLEMENTACIJE IDEJNOG PROMETNOG RJEŠENJA

Evaluacija rezultata provedena je izradom proračuna u programskom alatu SIDRA Intersection. Na temelju proračuna postojećeg stanja i proračuna idejnog prometnog rješenja u jutarnjem vršnom satu provedena je usporedba dobivenih rezultata.

Točke evaluacije rezultata su raskrižja odabrana iz prethodnih poglavlja na kojim su vršeni proračuni:

- Raskrižje Ljubljanska – Zagrebačka – Svilковиći;
- Raskrižje Slavonska – Marohnićeva – Vrbik;
- Raskrižje Slavonska – Kruge.

Proračunom postojećeg stanja i idejnog prometnog rješenja dobiveni su rezultati:

- prosječno vrijeme kašnjenja (s);
- duljina repa čekanja (m) s 95% sigurnošću;
- vrijeme putovanja (s);
- prosječna brzina (km/h);

na temelju kojih se određena razina usluge navedenih raskrižja i cijele dionice.

Broj vozila korišten u proračunima dobiven je ručnim brojanjem prometa, te su svi ulazni parametri korišteni kod proračuna postojećeg stanja, korišteni i u proračunu idejnog prometnog rješenja.

Proračunom postojećeg stanja i idejnog prometnog rješenja dobiveni su rezultati koji su iskazani u tablicama 2 do 5 te su slikovno prikazani u grafikonima 1 do 4.

Iz rezultata je vidljivo da se prosječna brzina prometnog toka povećala sa prosječnih 13 km/h iz postojećeg stanja na 60 km/h u idejnom prometnom rješenju. Proračun u radu je napravljen bez lateralnog prometa jer njega nije moguće predvidjeti bez dodatnih istraživanja ali i uz pojavu lateralnog prometa rezultati bi bili više nego zadovoljavajući. Kako se radi o dionici duljine oko 19 km može se izračunati vrijeme potrebno za prolazak cijele dionice odnosno od čvorova Jankomir i Ivanja Reka do središta grada.

U postojećem stanju vrijeme potrebno za prolazak cijele dionice u jutarnjem vršnom satu iznosi otprilike sat i pol vremena dok do središta grada iznosi oko 45 minuta. U idejnom

prometnom rješenju to vrijeme se smanjuje na otprilike 20 minuta za cijelu dionicu te na 10 minuta do središta grada.

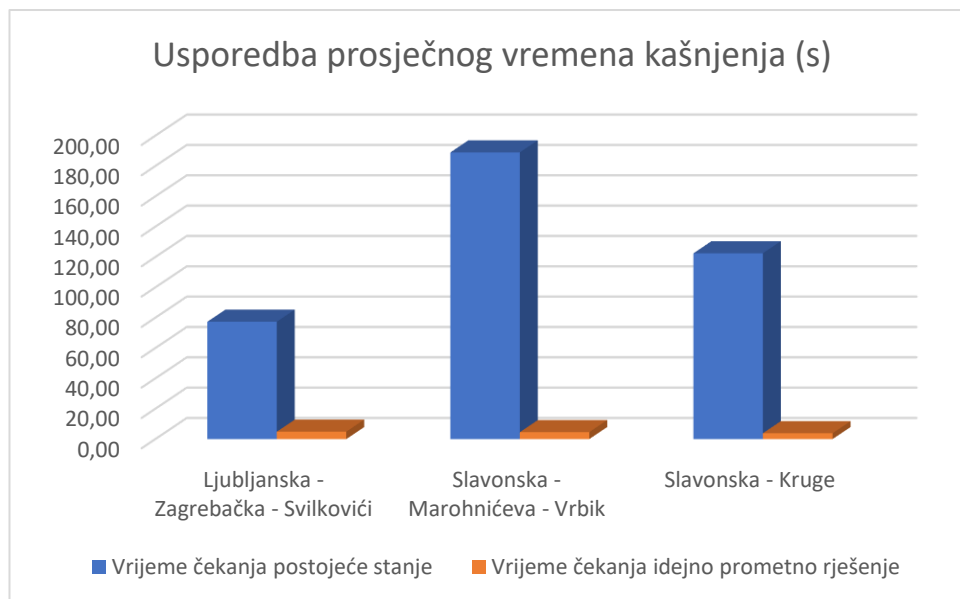
Radni sat po stanovniku izračunat je prema prosječnoj plaći i fondu sati prema Državnom uredu za statistiku, a iznosi oko 36 kn [7].

Gledajući vrijeme putovanja u postojećem stanju i idejnom prometnom rješenju od čvorova Jankomir ili Ivanja Reka do središta grada vidljivo je vrijeme uštede od otprilike 30 minuta. Trošak vremena može se izračunati na temelju uštedenog vremena tijekom jutarnjeg i popodnevnog vršnog sata, pomnoženog sa PGDP-om, radnim satom stanovnika, koficijentom zauzetosti vozila (za proračun je korišten koeficijent zauzetosti 1,4) i brojem dana u godini. Tako dobiven trošak vremena iznosi 1 103 760 000 kn godišnje.

Procijenjeni iznos investicija za potrebe ovog rada je otprilike 120 000 000 kn po raskrižju, a kako ih je sveukupno 14 koje treba denivelirati, ukupni trošak investicija je 16 800 000 000 kn. Ako se u obzir uzmu i društvene koristi poput smanjenja emisije štetnih plinova i potrošnje goriva može se ustvrditi isplativost idejnog prometnog rješenja kroz nekoliko godina.

Tablica 7.1. Usporedba prosječnog vremena kašnjenja po vozilu u postojećem stanju i idejnom prometnom rješenju

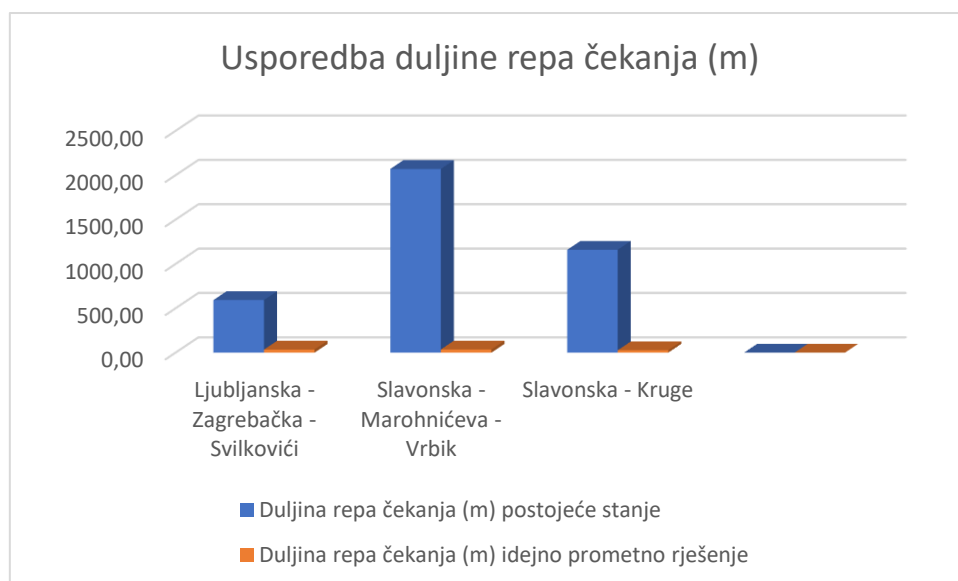
	Vrijeme kašnjenja (s)	
	Postojeće stanje	Idejno prometno rješenje
Ljubljanska - Zagrebačka - Svilkovići	77,40	4,90
Slavonska - Marohnićeva - Vrbik	189,00	4,60
Slavonska - Kruge	122,50	3,90



Grafikon 7.1. Usporedba prosječnog vremena kašnjenja po vozilu u postojećem stanju i idejnom prometnom rješenju

Tablica 7.2. Usporedba duljine repa čekanja u postojećem stanju i idejnom prometnom rješenju

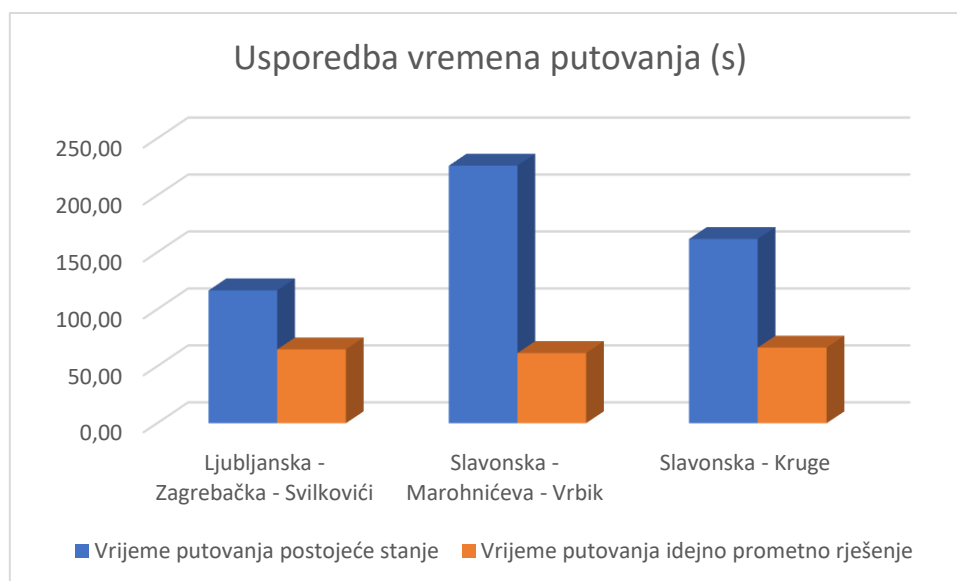
	Duljina repa čekanja (m)	
	postojeće stanje	idejno prometno rješenje
Ljubljanska - Zagrebačka - Svilkovići	593,00	35,00
Slavonska - Marohnićeva - Vrbik	2070,40	35,70
Slavonska - Kruge	1159,00	27,00



Grafikon 7.2. Usporedba duljine repa čekanja u postojećem stanju i idejnom prometnom rješenju

Tablica 7.3. Usporedba vremena putovanja po vozilu u postojećem stanju i idejnom prometnom rješenju

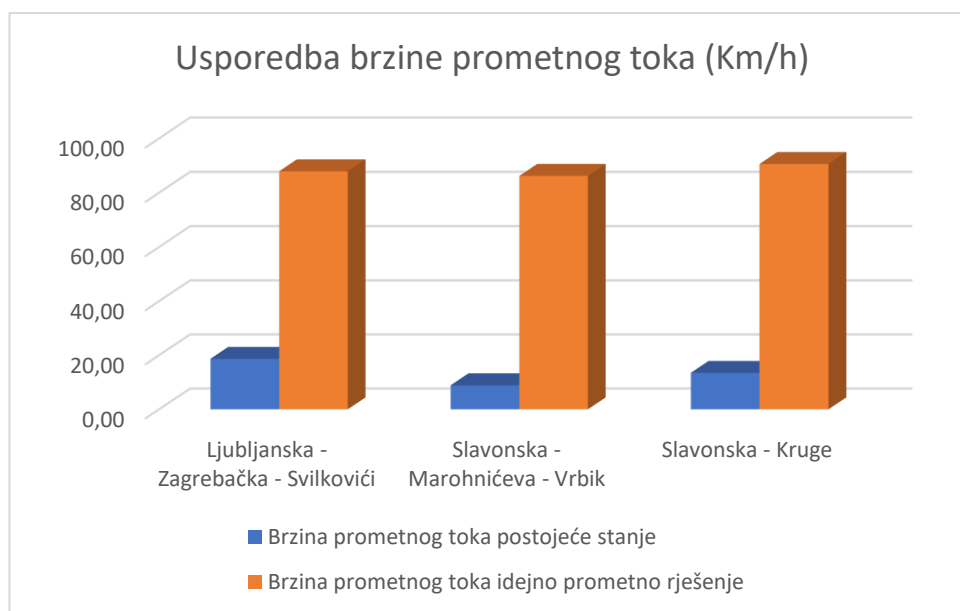
	Vrijeme putovanja (s)	
	postojeće stanje	idejno prometno rješenje
Ljubljanska - Zagrebačka - Svilkovići	116,60	64,80
Slavonska - Marohničeva - Vrbik	226,10	61,60
Slavonska - Kruga	161,70	66,40



Grafikon 7.3. Usporedba vremena putovanja po vozilu u postojećem stanju i idejnom prometnom rješenju

Tablica 7.4. Usporedba brzine prometnog toka u postojećem stanju i idejnom prometnom rješenju

	Brzina prometnog toka (km/h)	
	postojeće stanje	idejno prometno rješenje
Ljubljanska - Zagrebačka - Svilkovići	18,70	87,90
Slavonska - Marohnićeva - Vrbik	8,90	86,20
Slavonska - Kruge	13,50	90,60



Grafikon 7.4. Usporedba brzine prometnog toka u postojećem stanju i idejnom prometnom rješenju

7.1 Usporedba rezultata raskrižja Ljubljanska – Zagrebačka – Svilkovići

Propusna moć raskrižja Ljubljanska – Zagrebačka – Svilkovići s razine usluge E u postojećem stanju povećala se na razinu usluge A u idejnom prometnom rješenju, gdje najlošiju razinu usluge C imaju lijevi skretači s Ljubljanske i Zagrebačke avenije.

Vrijeme kašnjenja se samanjilo sa 77,4 sekunde na 4,9 sekundi, što dovodi i do smanjenja duljine repa čekanja s 593 metra na 35 metara, te je vrijeme putovanja smanjeno sa 116,6 sekundi na 64,8 sekunde.

Brzina prometnog toka sa 18,7 km/h u postojećem stanju se povećala na 87,9 km/h u idejnom prometnom rješenju zbog vozila na Ljubljanskoj i Zagrebačkoj aveniji koja zadržavaju smjer kretanja ravno.

7.2 Usporedba rezultata raskrižja Slavonska – Marohnićeva – Vrbik

Propusna moć raskrižja Slavonska – Marohnićeva – Vrbik s razine usluge F u postojećem stanju povećala se na razinu usluge A u idejnom prometnom rješenju, odnosno vrijeme kašnjenja se samanjilo sa 189 sekundi na 4,6 sekundi. Najlošiju razinu usluge C u idejnom prometnom rješenju imaju lijevi skretači sa Slavonske avenije s vremenom kašnjenja oko 24 sekunde.

Duljina repa čekanja smanjila se sa 2070,4 metra na 35,7 metara, te je vrijeme putovanja smanjeno sa 226,1 sekundi na 61,6 sekunde.

Brzina prometnog toka sa 8,9 km/h u postojećem stanju se povećala na 86,2 km/h u idejnom prometnom rješenju zbog vozila na Slavonskoj aveniji koja zadržavaju smjer kretanja ravno.

7.3 Usporedba rezultata raskrižja Slavonska - Kruge

Propusna moć raskrižja Slavonska – Kruge s razine usluge F u postojećem stanju povećala se na razinu usluge A u idejnom prometnom rješenju, gdje također najlošiju razinu usluge C imaju lijevi skretači sa Slavonske avenije s vremenom kašnjenja oko 21 sekunde.

Vrijeme kašnjenja ukupnog raskrižja smanjilo se sa 122,5 sekundi na 3,9 sekundi.

Duljina repa čekanja smanjila se s 1159 metara na 27 metara, dok je vrijeme putovanja smanjeno sa 161,7 sekundi na 66,4 sekunde.

Brzina prometnog toka sa 13,5 km/h u postojećem stanju se povećala na 90,6 km/h u idejnom prometnom rješenju zbog vozila na Slavonskoj aveniji koja zadržavaju smjer kretanja ravno.

8. ZAKLJUČAK

Idealan položaj Ljubljanske, Zagrebačke i Slavonske avenije u urbanom prostoru grada Zagreba daje izuzetne mogućnosti za zadovoljenje prometne potražnje za izvorne i ciljne, te unutargradske prometne tokove u smjeru Zapad – istok.

Dionica trase prolazi u smjeru zapad – istok po sredini gradskog urbanog prostora te na prometno najbolji način povezuje gradsko područje na autocestovnu mrežu preko čvorova Ivanja Reka i Jankomir prema Slavonskom brodu i Varaždinu, odnosno Ljubljani i Mariboru. Dodatnim vezama povezuje grad preko čvorova Buzin prema Sisku i Petrinji, a preko čvora Lučko s autocestom prema Karlovcu, Rijeci i Splitu.

Zbog velikog broja raskrižja u razini i vrlo intenzivnih prometnih tokova tih raskrižja koja povezuju prometne tokove sjevernog i južnog djela grada, cijela duljina trase je preopterećena te ima najlošiju razinu usluge F.

U diplomskom radu napravljena je analiza postojećeg stanja cestovne mreže i prometnih tokova, te je napravljen proračun propusne moći postojećeg stanja. Proračun propusne moći napravljen je u programskom alatu SIDRA Intersection na temelju istraživanja koja su provedena ručnim brojanjem prometa.

Na osnovu istraživanja dan je prijedlog rekonstrukcije Ljubljanske, Zagrebačke i Slavonske avenije u gradsku autocestu. Dionica je projektirana za računsku brzinu 100 km/h iznimno 80 km/h na središnjem dijelu od Selske do Heinzlove ulice.

Ukupna dionica između Jankomira i Ivanje Reke je denivelirana kako za tokove vozila, tako i za tokove pješaka, a u tu svrhu su korištena denivelirana raskrižja s kružnim tokom prometa i denivelirana raskrižja tipa dijamant upravljana prometnim svjetlima.

Na svim raskrižjima upravljanim prometnim svjetlima semaforizacija se odvija u dvije faze s dodatnim poslijefaznim skretanjem ulijevo ako je potrebno, te je predviđena mogućnost polukružnog okretanja.

Nakon izrade idejnog prometnog rješenja cijelog poteza Ljubljanske, Zagrebačke i Slavonske avenije, napravljen je proračun osnovnih prometnih parametara te su uspoređeni dobiveni rezultati postojećeg stanja i idejnog prometnog rješenja. Proračuni za novo rješenje izrađeni su s postojećim prometnim opterećenjima jer novoinducirane prometne tokove, koji bi

se zasigurno pojavili nakon rekonstrukcije ove grdske prometnice nije bilo moguće predvidjeti u okviru ovog rada.

Predložena rekonstrukcija Ljubljanske, Zagrebačke i Slavonske avenije donijela bi pozitivne učinke na odvijanje prometa na cijeloj dionici kako sada, tako i budućnosti. Osim pozitivnih efekata na ovoj dionici, pozitivni efekti pojavit će se i na širem okolnom području. Naime, povećanjem kapaciteta poteza Ljubljanske, Zagrebačke i Slavonske avenije značajna dio prometa s okolnih paralelnih prometnica (npr. Vukovarska, Zeleni val) „preselit“ će se na ovaj potez i time rasterititi okolne prometnice koje su prezagušene.

Kao najvažniji pozitivni efekti su: smanjenje vremena kašnjenja i broja zaustavljanja tijekom putovanja, zaštita okoliša smanjenjem razine buke i emisije štetnih plinova, racionalizacija troškova pojedinca i društva smanjenjem vremena utrošenog na putovanje, smanjenje potrošnje goriva i sl.

POPIS LITERATURE

- [1] Šćukanec, A.; Šoštarić, M.: Prometno tehnološko projektiranje, Fakultet prometnih znanosti, Zavod za prometno planiranje, Zagreb, 2011.
- [2] Dadić, I.; Ševrović, M.; Šoštarić, M.; Čosić, M.; Budimir, D.; Perković, A.: Prometna analiza raskrižja na Slavonskoj, Zagrebačkoj i Ljubljanskoj aveniji s konceptom rješenja, Fakultet prometnih znanosti, Zavod za prostorno planiranje, Zagreb, 2010.
- [3] <https://www.google.hr/maps>, kolovoz, 2017.
- [4] Dadić, I.; Kos, G.; Brlek, P.; Ševrović, M.; Šoštarić, M.: Teorija i organizacija prometnih tokova, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2007.
- [5] <http://www.sidrasolutions.com/Software/INTERSECTION/Introduction>, kolovoz, 2017.
- [6] Legac, I.: Cestovne prometnice I, Fakultet prometnih znanosti, Zagreb, 2006.
- [7] <https://dzs.hr>, rujan, 2017.

POPIS ILUSTRACIJA

Popis slika

Slika 2.1. Čvor Ljubljanske avenije i Škorpikove ulice	5
Slika 2.2. Čvor Ljubljanske avenije s pristupom na robni terminal Jankomir	6
Slika 2.3. Čvor Ljubljanske i Zagrebačke avenije s Ulicom Savska Opatovina	7
Slika 2.4. Čvor Zagrebačke avenije sa Selskom cestom	8
Slika 2.5. Čvor Zagrebačke i Slavonske avenije sa Savskom cestom.....	9
Slika 2.6. Čvor Slavonske avenije s Ulicom Hrvatske bratske zajednice	10
Slika 2.7. Čvor Slavonske avenije i Avenije Marina Držića.....	11
Slika 2.8. Čvor Slavonske avenije, Heinzlove i Radničke ceste	12
Slika 2.9. Čvor slavonske avenije s Ulicom grada Gospića.....	13
Slika 2.10. Čvor Slavonske avenije s Ulicom Ljudevita Posavskog.....	14
Slika 3.1. Grafički prikaz lokacija brojanja prometa	18
Slika 3.2. Grafički prikaz prometnog opterećenja na raskrižju Ljubljanska - Zagrebačka - Svilkovići	19
Slika 3.3. Grafički prikaz prometnog opterećenja na raskrižju Zagrebačka - Marohnićeva - Vrbik.....	20
Slika 3.4. Grafički prikaz prometnog opterećenja na raskrižju Slavonska – Kruge	20
Slika 4.1. Geometrija raskrižja Ljubljanska - Zagrebačka - Svilkovići u programu SIDRA...	23
Slika 4.2. Sažeti prikaz svih promatranih vrijednosti na raskrižju Ljubljanska - Zagrebačka – Svilkovići	24
Slika 4.3. Grafički prikaz vremena kašnjenja po privozima na raskrižju Ljubljanska - Zagrebačka – Svilkovići.....	24
Slika 4.4. Grafički prikaz razine usluge po privozima na raskrižju Ljubljanska - Zagrebačka – Svilkovići	25
Slika 4.5. Grafički prikaz repa čekanja iskazan u vozilima po privozima na raskrižju Ljubljanska - Zagrebačka – Svilkovići.....	25
Slika 4.6. Grafički prikaz repa čekanja iskazan u metrima po privozima na raskrižju Ljubljanska - Zagrebačka – Svilkovići	26
Slika 4.7. Geometrija raskrižja Slavonska - Marohnićeva – Vrbik.....	27
Slika 4.8. Sažeti prikaz svih promatranih vrijednosti na raskrižju Slavonska - Marohnićeva – Vrbik.....	28

Slika 4.9. Grafički prikaz prosječnog vremena kašnjenja po privozima na raskrižju Slavonska - Marohnićeva – Vrbik	28
Slika 4.10. Grafički prikaz razine usluge po privozima na raskrižju Slavonska - Marohnićeva – Vrbik.....	29
Slika 4.11. Grafički prikaz duljine repa čekanja iskazan u vozilima po privozima na raskrižju Slavonska - Marohnićeva – Vrbik.....	29
Slika 4.12. Grafički prikaz duljine repa čekanja iskazan u metrima po privozima na raskrižju Slavonska - Marohnićeva – Vrbik.....	30
Slika 4.13. Geometrija raskrižja Slavonska – Kruge	31
Slika 4.14. Sažeti prikaz svih promatranih vrijednosti na Raskrižju Slavonska – Kruge	31
Slika 4.15. Grafički prikaz prosječnog vremena kašnjenja po privozima na raskrižju Slavonska – Kruge.....	32
Slika 4.16. Grafički prikaz razine usluge po privozima na raskrižju Slavonska – Kruge.....	32
Slika 4.17. Grafički prikaz duljine repa čekanja iskazan u vozilima po privozima na raskrižju Slavonska – Kruge	33
Slika 4.18. Grafički prikaz duljine rapa čekanja iskazan u metrima po privozima na raskrižju Slavonska – Kruge	33
Slika 6.1. Grafički prikaz idejnog prometnog rješenja raskrižja Ljubljanska - Zagrebačka - Svilkovići	36
Slika 6.2. Sažeti prikaz svih promatranih vrijednosti u idejnom prometnom rješenju raskrižja Ljubljanska - Zagrebačka – Svilkovići.....	37
Slika 6.3. Grafički prikaz prosječnog vremena kašnjenja po privozima u idejnom prometnom rješenju raskrižja Ljubljanska - Zagrebačka – Svilkovići	37
Slika 6.4. Grafički prikaz razine usluge po privozima u idejnom prometnom rješenju raskrižja Ljubljanska - Zagrebačka – Svilkovići.....	38
Slika 6.5. Grafički prikaz duljine repa čekanja iskazan u vozilima po privozima u idejnom prometnom rješenju raskrižja Ljubljanska - Zagrebačka – Svilkovići.....	38
Slika 6.6. Grafički prikaz duljine repa čekanja iskazan u metrima po privozima u idejnom prometnom rješenju raskrižja Ljubljanska - Zagrebačka – Svilkovići.....	39
Slika 6.7. Grafički prikaz idejnog prometnog rješenja raskrižja Slavonska - Marohnićeva – Vrbik.....	40
Slika 6.8. Sažeti prikaz svih promatranih vrijednosti u idejnom prometnom rješenju raskrižja Slavonska - Marohnićeva – Vrbik.....	40

Slika 6.9. Grafički prikaz prosječnog vremena kašnjenja po privozima u idejnom prometnom rješenju raskrižja Slavonska - Marohnićeve – Vrbik	41
Slika 6.10. Grafički prikaz razine usluge po privozima u idejnom prometnom rješenju raskrižja Zagrebačka - Marohnićeve – Vrbik	41
Slika 6.11. Grafički prikaz duljine repa čekanja iskazan u vozilima po privozima u idejnom prometnom rješenju raskrižja Slavonska - Marohnićeve – Vrbik.....	42
Slika 6.12. Grafički prikaz duljine repa čekanja iskazan u metrima po privozima u idejnom prometnom rješenju raskrižja Slavonska - Marohnićeve – Vrbik.....	42
Slika 6.13. Grafički prikaz idejnog prometnog rješenja raskrižja Slavonska - Kruge	43
Slika 6.14. Sažeti prikaz promatranih vrijednosti u idejnom prometnom rješenju raskrižja Slavonska – Kruge	44
Slika 6.15. Grafički prikaz prosječnog vremena kašnjenja po privozima u idejnom prometnom rješenju raskrižja Slavonska – Kruge	44
Slika 6.16. Grafički prikaz razine usluge po privozima u idejnom prometnom rješenju raskrižja Slavonska – Kruge	45
Slika 6.17. Grafički prikaz duljine repa čekanja iskazan u vozilima po privozima u idejnom prometnom rješenju raskrižja Slavonska – Kruge.....	45
Slika 6.18. Grafički prikaz duljine repa čekanja iskazan u metrima po privozima u idejnom prometnom rješenju raskrižja Slavonska – Kruge.....	46

Popis tablica

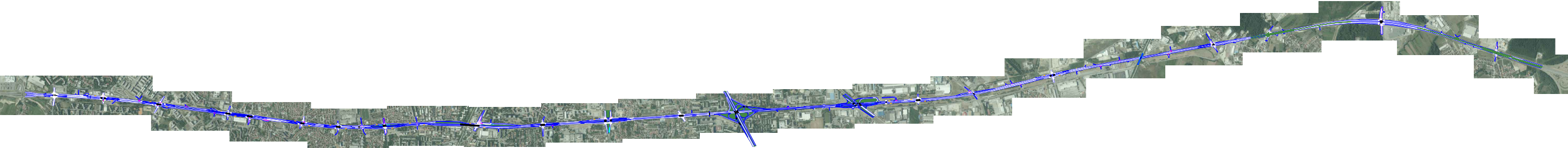
Tablica 3.1. Utvrđeni PGDP na analiziranim raskrižjima na dionici Ljubljanske, Zagrebačke i Slavonske avenije.....	18
Tablica 7.1. Usporedba prosječnog vremena kašnjenja po vozilu u postojećem stanju i idejnom prometnom rješenju.....	48
Tablica 7.2. Usporedba duljine repa čekanja u postojećem stanju i idejnom prometnom rješenju.....	49
Tablica 7.3. Usporedba vremena putovanja po vozilu u postojećem stanju i idejnom prometnom rješenju	50
Tablica 7.4. Usporedba brzine prometnog toka u postojećem stanju i idejnom prometnom rješenju	51

Popis grafikona

Grafikon 7.1. Usporedba prosječnog vremena kašnjenja po vozilu u postojećem stanju i idejnom prometnom rješenju.....	49
Grafikon 7.2. Usporedba duljine repa čekanja u postojećem stanju i idejnom prometnom rješenju	50
Grafikon 7.3. Usporedba vremena putovanja po vozilu u postojećem stanju i idejnom prometnom rješenju.....	51
Grafikon 7.4. Usporedba brzine prometnog toka u postojećem stanju i idejnom prometnom rješenju	52

POPIS PRILOGA

Prilog 1. Grafički prikaz idejnog prometnog rješenja raskrižja na Ljubljanskoj – Zagrebačkoj – Slavonskoj aveniji	62
Prilog 2. Grafički prikaz idejnog prometnog rješenja raskrižja Ljubljanska – Zagrebačka – Svilkovići	63
Prilog 3. Grafički prikaz idejnog prometnog rješenja raskrižja Zagrebačka – Slovenskoga ..	64
Prilog 4. Grafički prikaz idejnog prometnog rješenja raskrižja Zagrebačka – Petrovaradinska	65
Prilog 5. Grafički prikaz idejnog prometnog rješenja raskrižja Zagrebačka – Rudeška.....	66
Prilog 6. Grafički prikaz idejnog prometnog rješenja raskrižja Zagrebačka – Hrvatskog sokola	67
Prilog 7. Grafički prikaz idejnog prometnog rješenja raskrižja Zagrebačka – Hrgovići	68
Prilog 8. Grafički prikaz idejnog prometnog rješenja raskrižja Zagrebačka – Ilirska	69
Prilog 9. Grafički prikaz idejnog prometnog rješenja raskrižja Slavonska – Marohnićeva....	70
Prilog 10. Grafički prikaz idejnog prometnog rješenja raskrižja Slavonska – Kruge.....	71
Prilog 11. Grafički prikaz idejnog prometnog rješenja raskrižja Slavonska – Čavićeva.....	72
Prilog 12. Grafički prikaz idejnog prometnog rješenja raskrižja Slavonska – Zelena tržnica	73
Prilog 13. Grafički prikaz idejnog prometnog rješenja raskrižja Slavonska – Čulinečka.....	74
Prilog 14. Grafički prikaz idejnog prometnog rješenja raskrižja Slavonska – Resnik.....	75
Prilog 15. Grafički prikaz idejnog prometnog rješenja raskrižja Slavonska – Svetog Ivana..	76



DIPLOMSKI RAD		
Akadska godina: 2016./2017.	Mjerilo: Shematski prikaz	Prilog broj: 1
Idejno rješenje rekonstrukcije raskrižja Ljubljanske - Zagrebačke - Slavonske avenije		
Ime i prezime: Mirko Lasić		



DIPLOMSKI RAD

Akadska godina:
2016./2017.

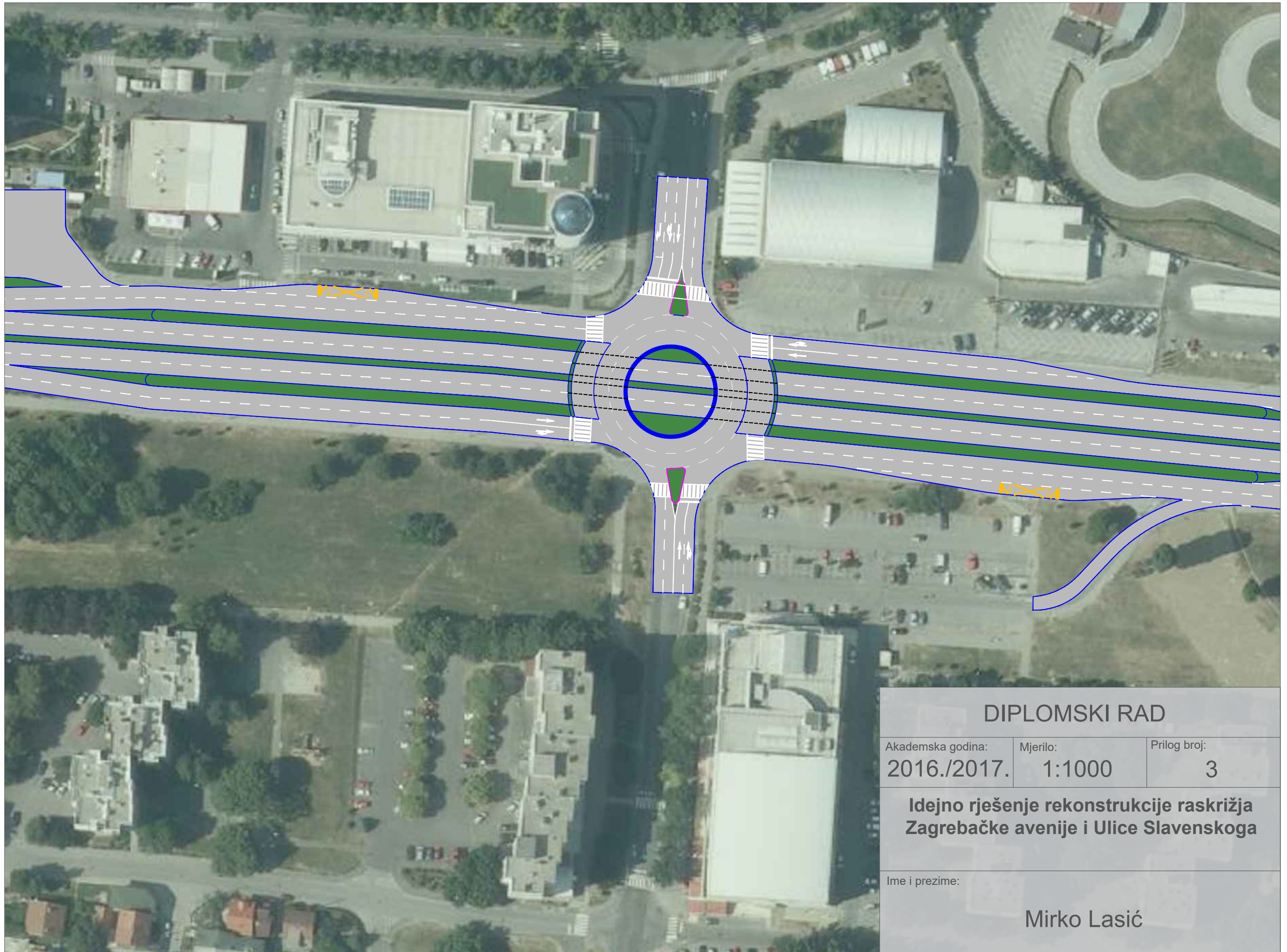
Mjerilo:
1:1000

Prilog broj:
2

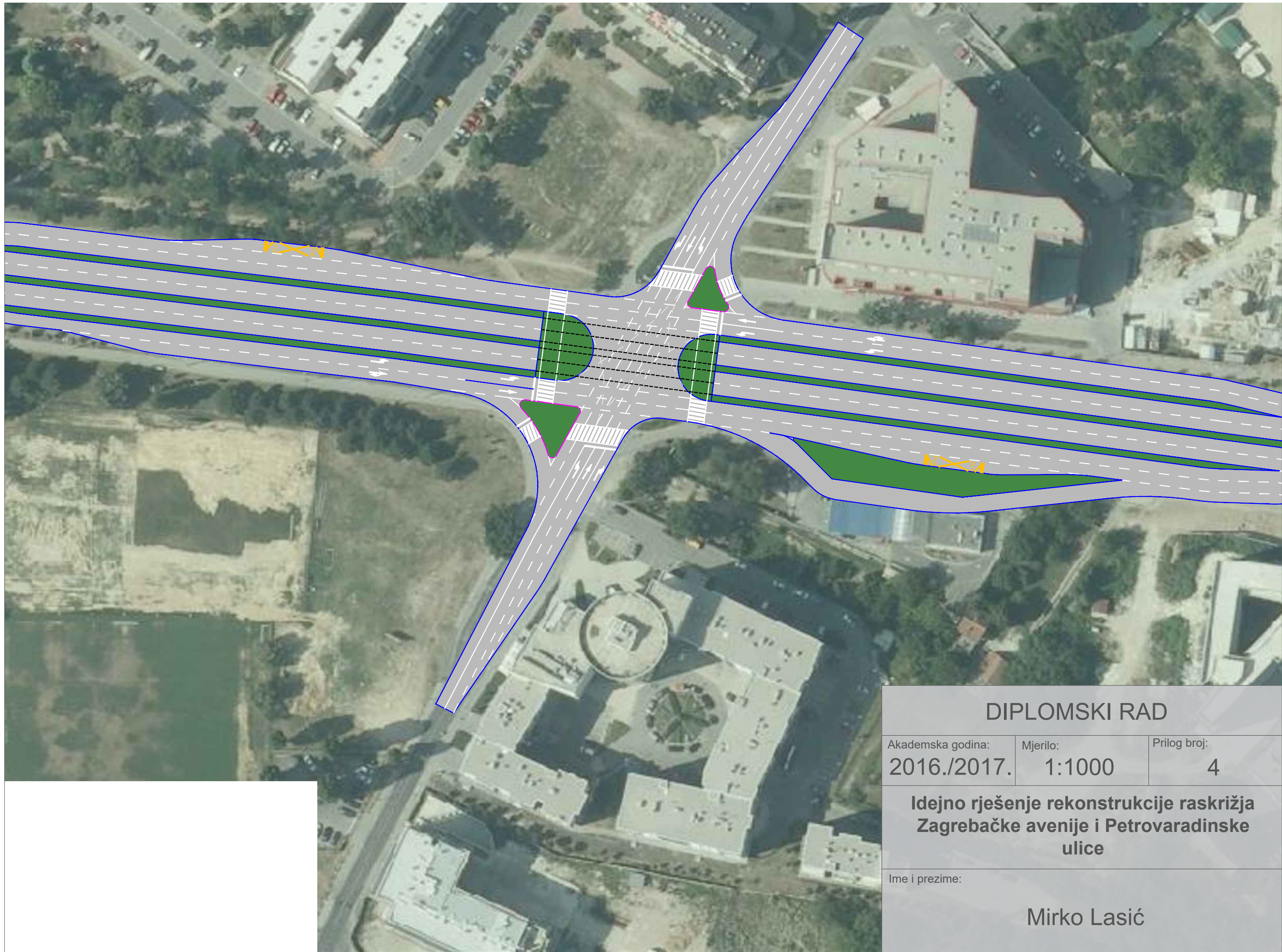
**Idejno rješenje rekonstrukcije raskrižja
Ljubljanske - Zagrebačke avenije i Ulice
Svilkovići**

Ime i prezime:

Mirko Lasić



DIPLOMSKI RAD		
Akadska godina:	Mjerilo:	Prilog broj:
2016./2017.	1:1000	3
Idejno rješenje rekonstrukcije raskrižja Zagrebačke avenije i Ulice Slavenskoga		
Ime i prezime:		
Mirko Lasić		



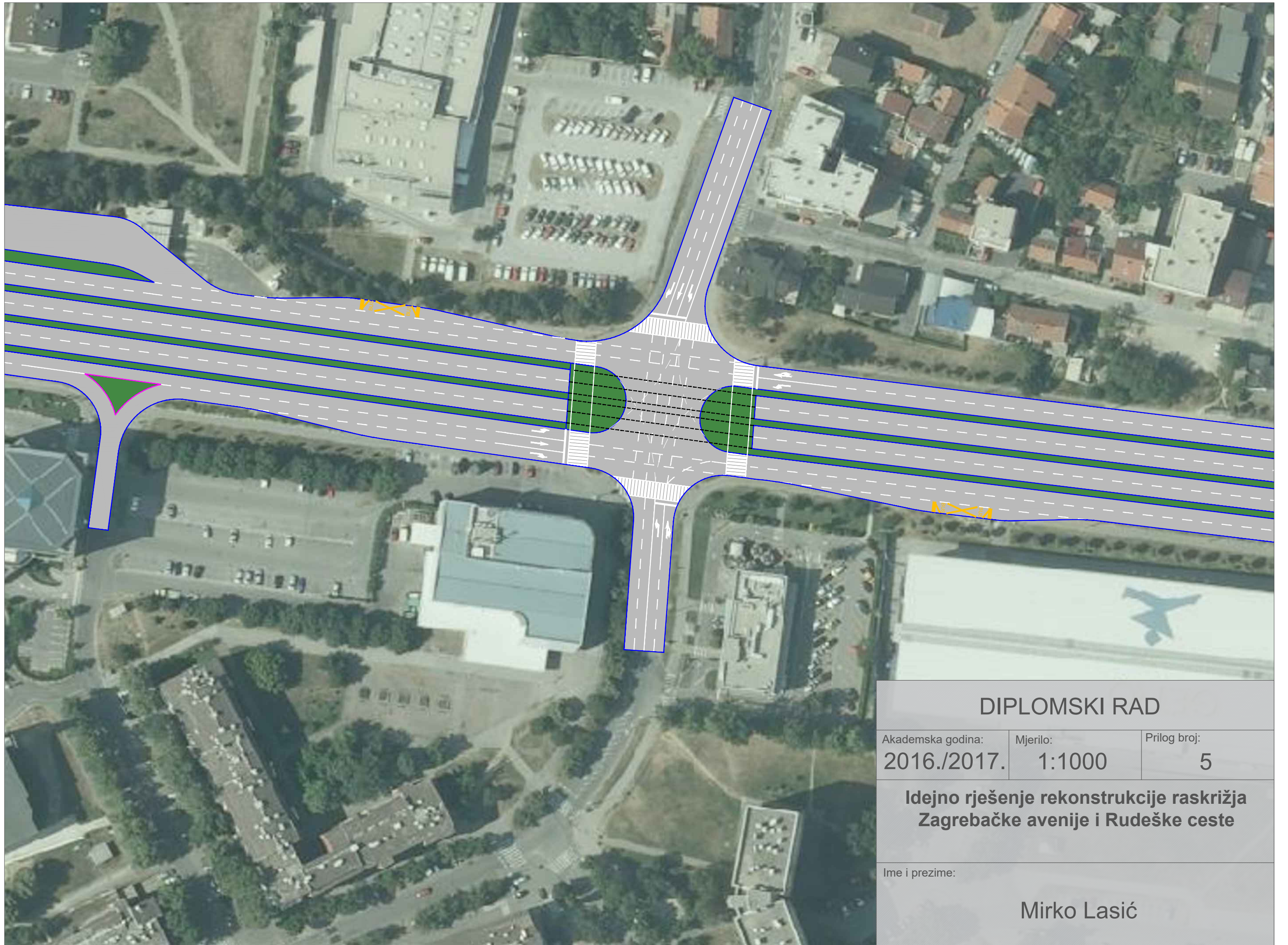
DIPLOMSKI RAD

Akadska godina:	Mjerilo:	Prilog broj:
2016./2017.	1:1000	4

Idejno rješenje rekonstrukcije raskrižja
Zagrebačke avenije i Petrovaradinske
ulice

Ime i prezime:

Mirko Lasić



DIPLOMSKI RAD

Akadska godina:
2016./2017.

Mjerilo:
1:1000

Prilog broj:
5

Idejno rješenje rekonstrukcije raskrižja
Zagrebačke avenije i Rudeške ceste

Ime i prezime:

Mirko Lasić



DIPLOMSKI RAD

Akadska godina:	Mjerilo:	Prilog broj:
2016./2017.	1:1000	6

Idejno rješenje rekonstrukcije raskrižja
Zagrebačke avenije i Ulice Hrvatskog
sokola

Ime i prezime:
Mirko Lasić



DIPLOMSKI RAD

Akadska godina:	Mjerilo:	Prilog broj:
2016./2017.	1:1000	7

Idejno rješenje rekonstrukcije raskrižja
Zagrebačke avenije i Ulice Hrgovići

Ime i prezime:
Mirko Lasić



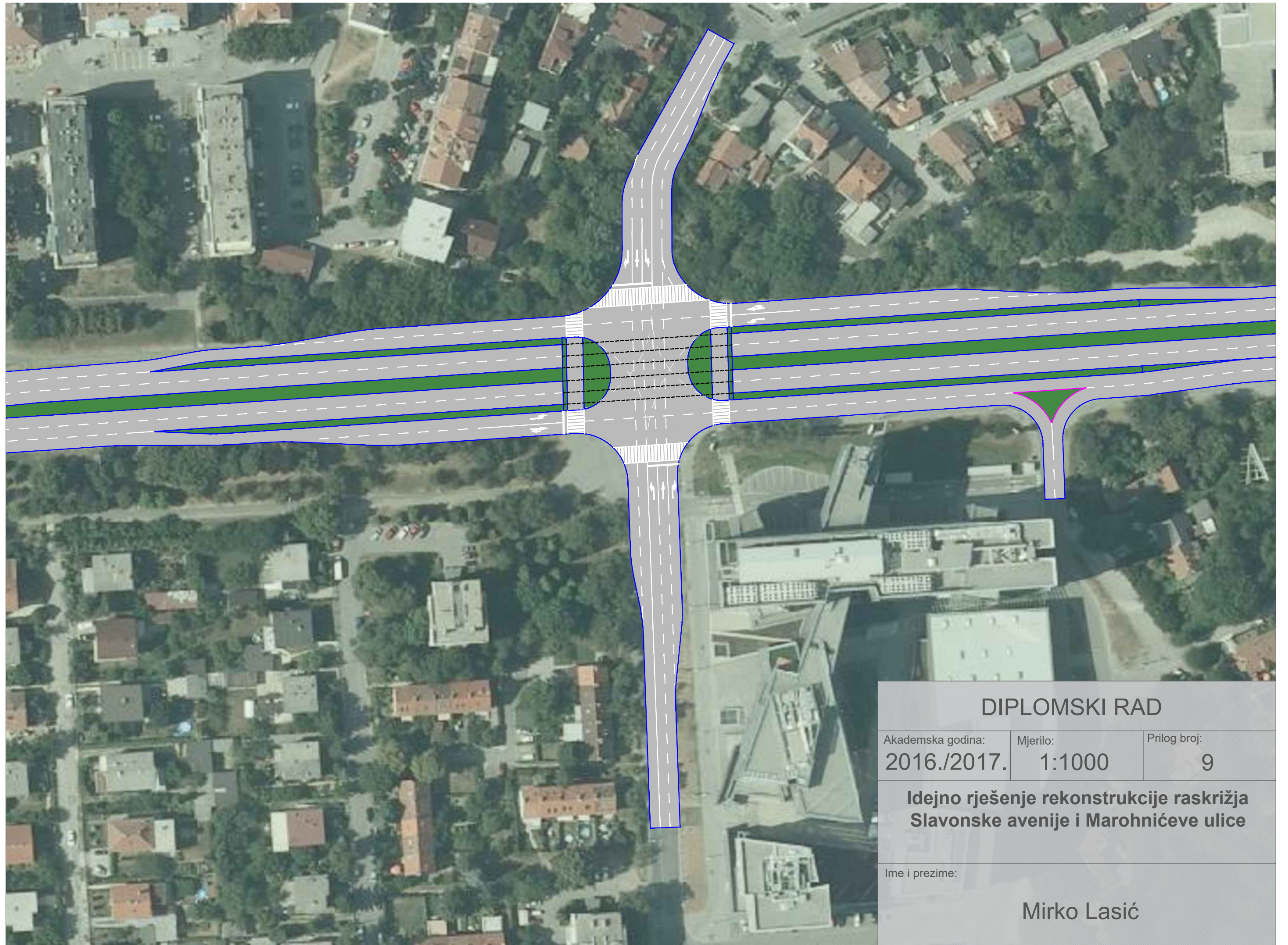
DIPLOMSKI RAD

Akadska godina:	Mjerilo:	Prilog broj:
2016./2017.	1:1000	8

Idejno rješenje rekonstrukcije raskrižja
Zagrebačke avenije i Ilirske ulice

Ime i prezime:

Mirko Lasić



DIPLOMSKI RAD

Akadska godina:
2016./2017.

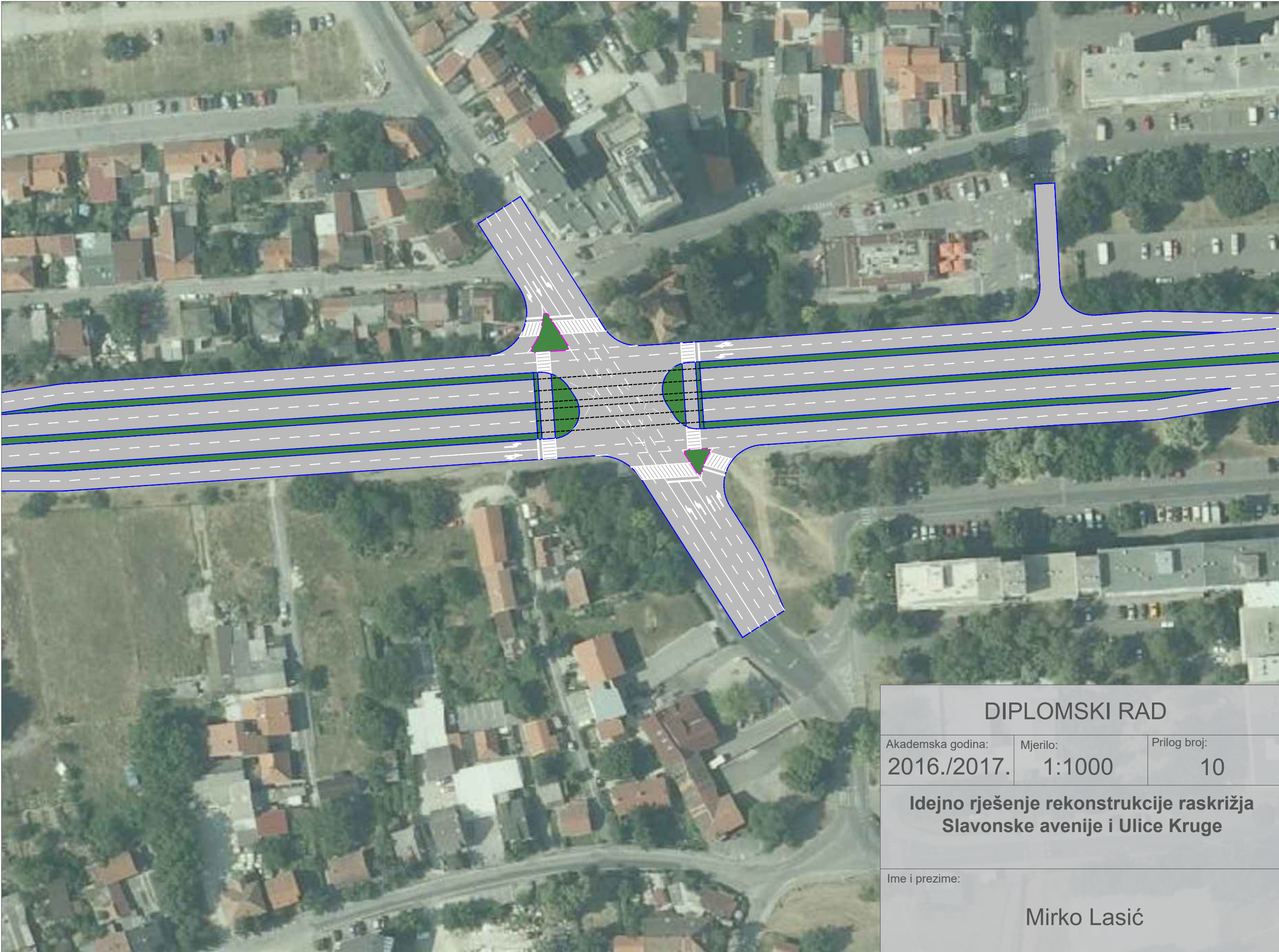
Mjerilo:
1:1000

Prilog broj:
9

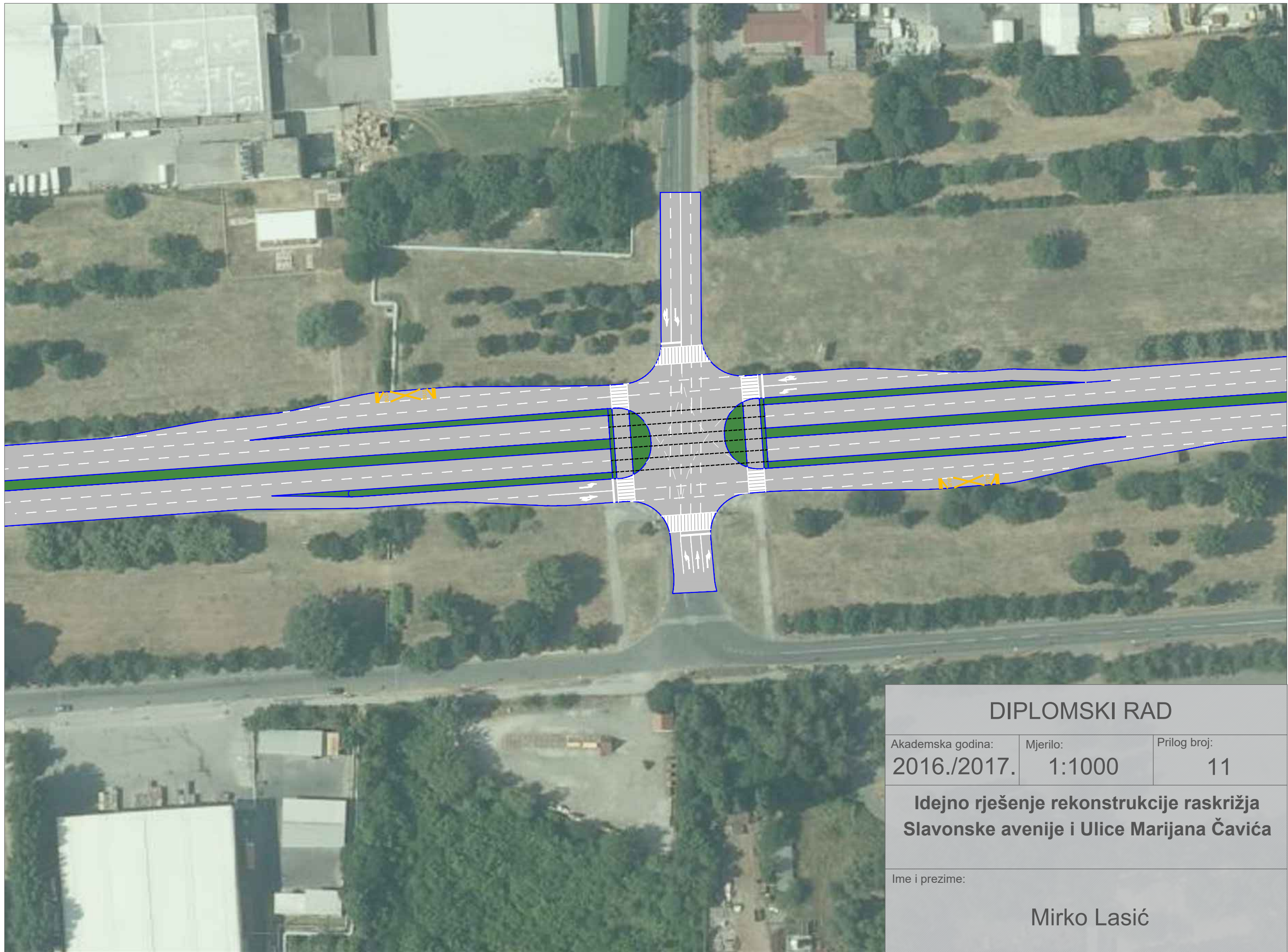
**Idejno rješenje rekonstrukcije raskrižja
Slavonske avenije i Marohničeve ulice**

Ime i prezime:

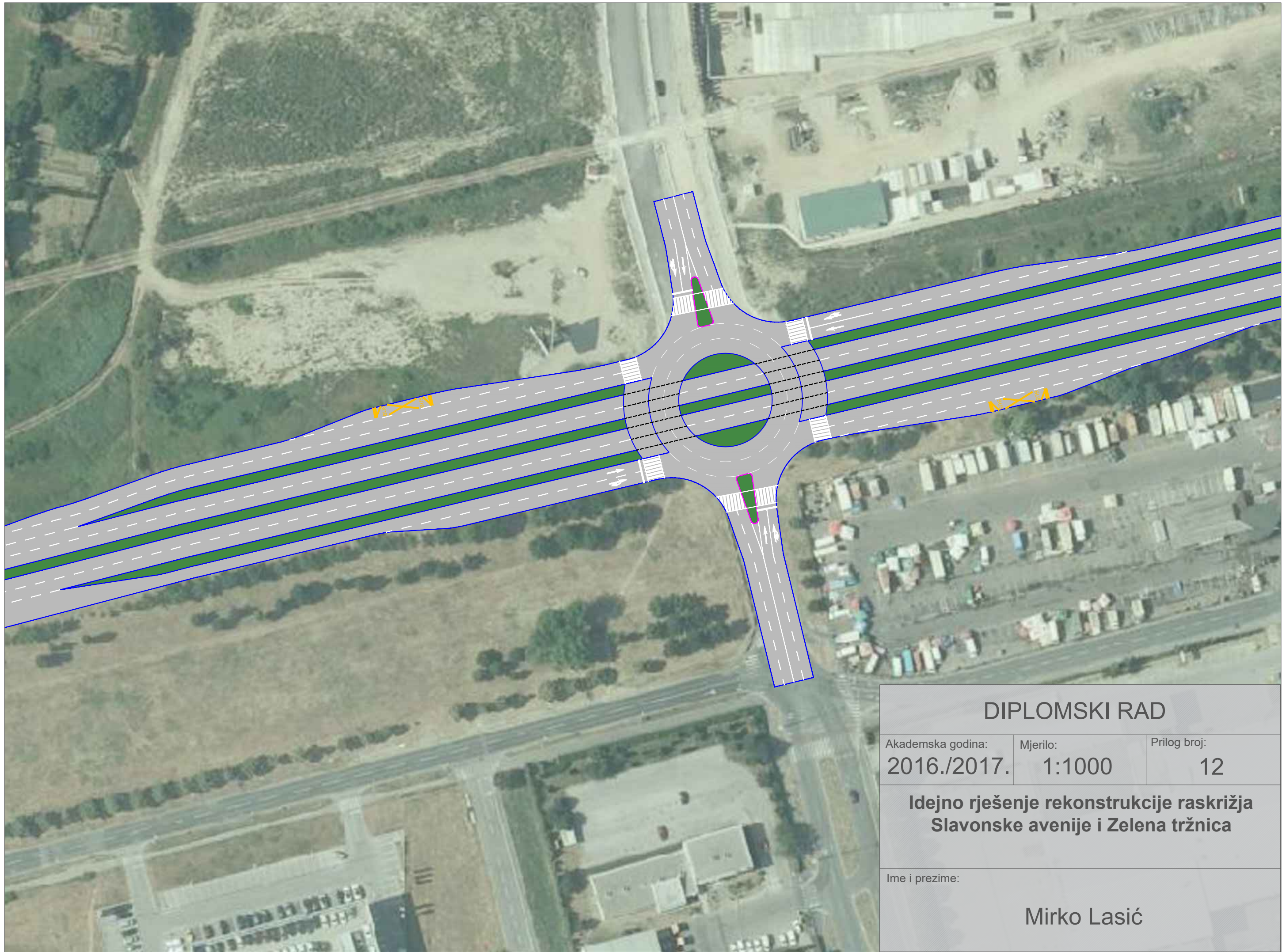
Mirko Lasić



DIPLOMSKI RAD		
Akadska godina: 2016./2017.	Mjerilo: 1:1000	Prilog broj: 10
Idejno rješenje rekonstrukcije raskrižja Slavonske avenije i Ulice Kruge		
Ime i prezime: Mirko Lasić		



DIPLOMSKI RAD		
Akadska godina: 2016./2017.	Mjerilo: 1:1000	Prilog broj: 11
Idejno rješenje rekonstrukcije raskrižja Slavonske avenije i Ulice Marijana Čavića		
Ime i prezime: Mirko Lasić		



DIPLOMSKI RAD

Akadska godina:	Mjerilo:	Prilog broj:
2016./2017.	1:1000	12

Idejno rješenje rekonstrukcije raskrižja
Slavonske avenije i Zelena tržnica

Ime i prezime:

Mirko Lasić



DIPLOMSKI RAD		
Akadska godina: 2016./2017.	Mjerilo: 1:1000	Prilog broj: 13
Idejno rješenje rekonstrukcije raskrižja Slavonske avenije i Čulinečke ulice		
Ime i prezime: Mirko Lasić		



DIPLOMSKI RAD		
Akadska godina: 2016./2017.	Mjerilo: 1:1000	Prilog broj: 14
Idejno rješenje rekonstrukcije raskrižja Slavonske avenije i Ulice Resnik		
Ime i prezime: Mirko Lasić		



DIPLOMSKI RAD

Akadska godina:	Mjerilo:	Prilog broj:
2016./2017.	1:1000	15

Idejno rješenje rekonstrukcije raskrižja
Slavonske avenije i Ulice Svetog Ivana

Ime i prezime:
Mirko Lasić



Sveučilište u Zagrebu
Fakultet prometnih znanosti
10000 Zagreb
Vukelićeva 4

IZJAVA O AKADEMSKOJ ČESTITOSTI I SUGLASNOST

Izjavljujem i svojim potpisom potvrđujem kako je ovaj _____ diplomski rad
isključivo rezultat mog vlastitog rada koji se temelji na mojim istraživanjima i oslanja se na
objavljenu literaturu što pokazuju korištene bilješke i bibliografija.

Izjavljujem kako nijedan dio rada nije napisan na nedozvoljen način, niti je prepisan iz
necitiranog rada, te nijedan dio rada ne krši bilo čija autorska prava.

Izjavljujem također, kako nijedan dio rada nije iskorišten za bilo koji drugi rad u bilo kojoj drugoj
visokoškolskoj, znanstvenoj ili obrazovnoj ustanovi.

Svojim potpisom potvrđujem i dajem suglasnost za javnu objavu _____ diplomskog rada
pod naslovom **Prijedlog rekonstrukcije Ljubljanske - Zagrebačke - Slavonske avenije**
u gradsku autocestu

na internetskim stranicama i repozitoriju Fakulteta prometnih znanosti, Digitalnom akademskom
repozitoriju (DAR) pri Nacionalnoj i sveučilišnoj knjižnici u Zagrebu.

U Zagrebu, 18.9.2017 _____

Student/ica: _____
(potpis)